NEWTON
OPTICE.



Daudet sculp. Lugd.

ISAACUS NEWTON

EQUES Anno. Ætat. 84. An. Chr. 1726.

APUD

MARCUM-MICHAELEM. BOUSQUET

Et Socios MDCCXL.

OPTICE:

SIVE DE

REFLEXIONIBUS, REFRACTIONIBUS, INFLEXIONIBUS ET COLORIBUS

LUCIS,

LIBRI TRES.

AUCTORE

ISAACO NEWTON,

EQUITE AURATO.

Latine reddidit

SAMUEL CLARKE, S. T. P.

EDITIO NOVISSIMA.



LAUSANNÆ & GENEVÆ,
Sumpt. MARCI-MICHAELIS BOUSQUET & Sociorum.

MDCCXL.

V I R O

LONGE CELEBERRIMO,

JOANNI BERNOULLIO,

MEDICINÆ DOCTORI,

MATHESEOS IN UNIVERSITATE BASILIENSI;

PROFESSORI CLARISSIMO,

SOCIETATUM REGIARUM

PARISIENSIS, *LONDINENSIS*, *PETROPOLITANÆ*, *BEROLINENSIS*, *BONONIENSIS*,

S O C I O,

N U L L I S E C U N D O.

VIR CELEBERRIME,

JAMPRIDEM *circumspicienti mihi, cui hanc, quam adornavi, novam* Opticæ NEWTONI *Editionem potissimum commendarem, ipse Liber quo me converterem ostendit; identidem monens, si & famæ Authoris, & suæ dignitatis rationem habere vellem, unius tantum Viri*

Viri patrocinio exornari debere ; neque aliud cum NEWTONI *nomine quam* JOHANNIS BERNOULLII *nomen conjungi poſſe. His juſtiſſimis rationibus permotus , Tibi ,* Celeberrime Vir , *hoc opus inſcribendum putavi , a ſummo , ut noſti , Britannorum Viro profectum , a magnis Viris ſummis encomiis condecoratum , & , quod cumulus laudis videtur , Tibimet ipſi , ut ex Amico comperi , in tot aliis a* NEWTONO *egregie ſcriptis , inprimis vehementer probatum. Hinc Tuum Nomen merito præfigendum erat. Cum enim & ſcribentis , & probantis cujuſque ſeparatim tanta ſit auctoritas ; quid tanta nomina in eadem pagina conjuncta valebunt ? Neque hic quidquam dico de quo dubitari poſſit , aut quod non æque apud omnes in confeſſo ſit.*

Præclariſſima enim inventa , quibus jam ex quinquaginta fere annis Geometriam in immenſum ampliaſti , jam dudum in eo gradu Te conſtituerunt , ut hodie nemo hoc in genere Tecum ſe comparare auſit. Et Te , quotquot ſunt bene cordati rerum Mathematicarum ju-

ces, omnis fere Geometriæ ſublimioris uno ore patrem prædicant atque inſtauratorem; & quidquid hodie pulchri in Geometria perficitur, Tuis principiis, ceu armis, peragi confitentur. Nam, ut multa alia taceam, ipſum hoc ævo tantopere celebratum Infinitorum calculum, cujus ope tot nova in lucem protrahuntur, Tua præcipue opera ex tenebris erutum, perpolitum, & maximis quæſtionibus applicatum fuiſſe, candide agnoſcunt. Quod profecto ſi non feciſſes, tam acerba contentio de ejus vero inventore haud dubie nunquam audita fuiſſet. Cum itaque Gallia *ſuum* CARTESIUM, Batavia *ſuum* HUGENIUM *commemoret;* Germania *vero de* LEIBNITIO *triumphos agat, &* Britannia *ſuum* NEWTONUM *tanquam Semideum in cœlos efferat; habebitne* Helvetia *de quo glorietur, quæ Virum dedit, qui non ſolum errores vidit & emendavit, ſed, quod mihi multo majus videtur, hos ipſos Viros recte laudare, nempe intelligere & imitari docuit?*

In quibus cum merito Tuæ, Vir Celeberrime, *&*

& amplissimæ Tuæ familiæ laudes celebrentur; tum etiam non parum decoris & ornamenti Patriæ inde accessisse videtur. Nam cum antea bellicæ quidem laudis Helvetiæ multum esset, & non satis noti nostri homines, animo quidem boni, sed mente tardiores perhiberentur; Tu, quod parvum non est, primus ostendisse videris, quid ingenio in abstrusissimis valeant, quamprimum digna statuissent in quibus elaborarent: & cum, non multo antehac, in hoc genere omnia exteris concederemus, nunc, tanquam mutata alea, Tua, & Tuorum Opera factum est, ut hoc tempore, nullis repugnantibus, facile in Geometria principatum obtineamus.

Tametsi autem Tu, Vir Celeberrime, *Tuique Nostris, ad hæc studia & excolenda & sublevanda, summo incitamento fueritis, & jam pridem quoque & hoc tempore, multa egregia tam sacræ quam profanæ antiquitatis monimenta in Publicum prodierint, ut nusquam fere magis; Nescio tamen quî fiat, ut in Mathematicis rebus, quæ hodie tantopere excolun-*

tur, nihil admodum a nostratium typis præclari sive ad gloriam, sive ad discentium utilitatem profectum sit; si a Tua Manuaria Nautica, *&* JACOBI *fratris* Conjectandi Arte *discesseris. Cum itaque decreverim Rem Librariam olim apud nos florentem, jam autem pene collapsam, quantum in me est, restaurare, & aliquid boni in publicos usus conferre; id mihi agendum potissimum censui, Mathematicas disciplinas nostris typis illustrare, quo saltem partem eorum, quibus Optimæ Scientiæ continentur, in nostra penu reperire possimus. Hinc &* WOLFII Compendium Elementorum Matheseos, *&* NEWTONI Tractatum de Coloribus *simul excudo, quo & tironibus & exercitatis prospiceretur, & utrisque esset in quo se exercerent.*

Concede itaque, ut hic in Britannia natus Liber, tanquam novus hospes, his in terris sub Tuis auspiciis innotescat, familiaritates contrahat, & amicos paret. Non potes non hoc officii genus & ipsis Manibus defuncti NEWTONI *tribuere, qui dum viveret Te maximi fecit; quem amicum habuisti, & sæpius maxi-*

maximis laudibus condecorasti. Vale, Vir Excellentissime, *& fave his meis conatibus, ac Tua benevolentia prosequere; quo nec horum me pœniteat, & majoribus studia Mathematica juvanda alacrior reddar.*

VIR CELEBERRIME,

Illustrissimi Tui Nominis Cultor, ad quælibet Officia paratus, promptus, obsequentissimus,

MARCUS-MICHAEL BOUSQUET.

Dabam LAUSANNÆ die 1. Aprilis Anni Æræ Dionys. 1740.

PRÆFATIO

INTERPRETIS.

IN rerum naturæ inveſtigatione, non fictis hypotheſibus, non levibus conjecturis, ſed vel calculo Mathematico, vel claris certiſque experimentis, omnino innitendum eſſe ei, qui maximis erroribus implicari & in ſumma rerum naturalium ignoratione verſari nolit; convenit jam fere inter eruditos omnes, peritioreſque Philoſophos.

Atque

Atque hac demum naturam ſpeculandi ratione, quam longe, non ultra opinionem modo, ſed ultra hominum etiam doctiſſimorum ſpem, proferri poſſint ſcientiæ fines; edocuit illuſtriſſimus Author noſter, vir & fide & moribus antiquis, & ſumma modeſtia; atque in utroque philoſophandi genere, tum calculis Mathematicis ponendis, tum experimentis capiendis, longe omnium quicunque fuerint & perſpicacitate ingenii & judicii firmitate princeps.

Superioris generis immenſum exemplum eſt liber ille nunquam ſatis laudandus, qui inſcribitur *Philoſophiæ naturalis principia mathematica.* In quo celeberrimus Author, cum ex phænomenis motuum inveſtigaſſet vires naturæ, deinde ex iſtis viribus demonſtravit phænomena reliqua: & cum ex phænomenis cœleſtibus, per propoſitiones mathematice demonſtratas derivaſſet vires gravitatis, quibus corpora ad Solem & planetas ſingulos tendunt; deinde ex iſtis viribus, per propoſitiones itidem mathematicas, deduxit motus planetarum, cometarum, & lu-

 næ

næ. Atque ita Aſtronomiam tandem tradidit, non jam amplius in conjecturis nixam, ſed omnibus ſuis numeris perfectam plane & abſolutam ſcientiam.

Poſterioris generis exemplum eſt hic tractatus. In quo nova ac miranda luminis phænomena; refractionum inæquabilitas, radiorum in eandem ſuperficiem iiſdem angulis incidentium alternæ reflexionis ac tranſmiſſus vices, variæ radiorum prope corporum objectorum extrema parvo intervallo tranſeuntium inflexiones, & ſui ſingulorum colores connati & immutabiles; clariſſimis experimentis, ſine ulla omnino hypotheſi, comprobantur ſimul & explicantur luculentiſſime.

Quare nihil hic opus eſt ut lectorem moneam, luminis proprietates, ejuſque motuum leges, ſibi in hoc pulcherrimo opere explicatum iri, ſtupendas plane ac inauditas, perque omnia retro ſecula reconditas atque abditas; eaſdem tamen jam dehinc ita apertas futuras, ita manifeſtas, ut nemo poſthac, hujuſmodi rerum intelligens, dubitare poſſit, quin intimam lucis colorumque naturam tam

per-

perſpectam habeat, tam ſibi hic ante oculos poſitam & penitus patefactam cernat, quam quod in rerum natura uſpiam eſt exploratiſſimum.

Verum, quoniam illuſtriſſimo Authori viſum eſt, librum hunc ſermone Anglico ſcriptum emittere, & in præfatione ſua cavere, ne quis, ſe inſciente, eum in alium ſermonem converteret; id hic certior faciendus eſt lector, hanc verſionem & authoris juſſu incœptam, & eodem approbante abſolutam; & quæcunque in orationis contextu, majoris perſpicuitatis gratia, aliquantulum immutata ſint, paucula quidem illa, ſed quæcunque ſint, ea omnia, vel juſſu authoris vel ejuſdem permiſſu, eſſe immutata.

S. Clarke.

AUTHORIS
MONITIO PRIOR
AD LECTOREM.

PARS aliqua hujus tractatus de lumine, scripta fuit anno 1675, rogatu amicorum quorundam e Societate Regia; ad cujus Societatis Scribam tum missa fuit, & in conventu ipsorum perlecta: Pars autem ejus reliqua, post annos circiter duodecim addita est, ad theoriam perficiendam atque absolvendam; exceptis tertio

libro,

libro , & observatione ultima in parte ultima libri secundi, quæ postea ex chartulis dispersis sunt collecta. Ne controversiis me de hoc argumento implicari paterer, distuli usque adhuc hunc tractatum in lucem emittere ; & distulissem usque, nisi me movisset tandem amicorum importunitas. Si quæ aliæ chartæ super hac materia, erepserunt injussu meo ; imperfectæ sunt eæ , & forsitan ante scriptæ, quam omnia experimenta hoc in libro memorata cepissem ; mihique ipsi, quæ essent refractionis leges, colorumque componendorum ratio, satis comprobassem. Edidi jam [Anglice] *quæ mihi de hoc argumento visum est emittere ; & nolim ea, me insciente, in alium sermonem converti.*

Coronas colorum, quæ circum solem & lunam nonnunquam videntur, conatus sum quadantenus explicare ; verum, inopia plurium observationum, materiam illam aliis penitius explorandam relinquo. Argumentum tertii quoque libri imperfectum dimisi ; quia nec omnia ceperim experimenta, quæ, cum hæc agerem, mecum statueram capere ; nec, quæ ceperam, omnia iteraverim, donec de singulis ipsorum circumstantiis possem

mihi ipsi facere satis. In his chartis edendis, illud solummodo mihi institutum fuit; ut quæ ipse experiundo comperissem, communicarem; quæque adhuc restant, aliis penitius exploranda commendarem.

Aprilis 1mo 1704. **I. N.**

AUTHORIS
MONITIO ALTERA
AD LECTOREM.

T*Ractatus Mathematicos in priori Optices nostræ editione sub finem annexos, in* secunda *hac editione, utpote ad eandem materiam minus spectantes, subjungere omisi. In fine libri tertii*, Quærendorum *numerum adauxi. Et nequis* gravitatem *inter* essen-

eſſentiales *corporum proprietates me habere exiſtimet , quæſtionem unam de* ejus *cauſa inveſtiganda ſubjeci.* Quæſtionem , *inquam : Quippe qui* experimentis *rem iſtam nondum habeam exploratam.*

Julii 16to 1717. I. N.

BIBLIOPOLA

LECTORI

S.

NON ignoranti quem inter tot eximia NEWTONI opera locum huic aſſignaverint peritiores judices, nec ullibi præterquam in Britannia typis expreſſum latine fuiſſe, cur, ut parabile jam ubique fieret, effecerim, rationes multis proferam ; ſane nihil eſt opus. Intelliget namque protinus gratiſſimum perutileque juxta futurum cultoribus genuinæ Phyſices conſilium, quo ſine diu porro forte plurimi caruiſſent hiſce lucubrationibus, ex uno earum natali ſolo hactenus comparandis ; utique poſt longas demum moras & ambages cupidis moleſtiſſimas, ac pretio denique minime vulgari : plane ut exteri, longe præſertim a mare diſſiti, fruſtra plerumque eas expeterent, noſtratibusque certe pauciſſimis tam eſſe felicibus, ut conſequerentur, contigerit. Quo ne poſthac deſiderio amplius laborarent inani, prælo in his oris ſubjiceretur Liber neceſſe omnino erat. Hujus itaque a me ſuſceptæ operæ rationem reddere ſuperſediſſem, ſi quod ad te perti-

pertineret ultra; *Lector Benevole*, nihil habuissem dicendum. Nec quæ tui commodi causa, præter simplicis recusionis præstantissimi Operis curam, tentaverim atque præstiterim, commemorassem quoque, ni tua interesset horum certior ut fieres, quibus hæc Editio cæteris omnibus anteferri a te mereatur. Sunt autem sequentia. Quam emendatissima ut prodiret prima mihi certe potissimaque inspectio fuit; quod & obtinui Matheseos Professoris celeberrimi officiosissima diligentia: cujus in me collati beneficii perennem memoriam non contestari piaculum ducerem. Ne præterea vel in Sculptoris arte atque manu ad Figurarum delineationem, vel in Chartæ nitore, aut Typorum elegantia, quicquam jure delicatiores desiderarent, sumptibus non peperci. Et voti sane compotem me factum nemo cum ratione negaverit. Quibus jam nominibus pariter atque vera Magni NEWTONI Imagine, vix extra Britanniam visa, ornamento haud dubie acceptissimo futura fronti hujus Operis, gratiam inivisse aliquam spero: majorem vero, imo maximam *Indicibus*, quos confici curavi, duobus. Priore nempe, quem ideo *Synopsin Librorum* &c. appellavi, & ante Tractatum collocavi, Experimentorum, Observationum, & Quæstionum scopus & usus indicatur: altero autem Materiarum Index Generalis continetur. His certe accessionibus, tam necessariis atque levando studiosorum labori, consulentiumque, idoneis, queis tamen & omnes à Britannis emissæ Editiones Latinæ, & Gallica ipsa Parisina carent, quin præstitisse me quidquid in edendo opere perfectissimo abs Bibliopolæ diligentia præstari valeat, agnoscant cordatiores, nullus dubito: unde ad alia juvandis id genus studiis non minus apta emittenda, aut recudenda, factus alacrior & animosior, plura, Deo favente, Officina nostra suppeditabit. Vale.

SYNOP-

SYNOPSIS

LIBRORUM, DEFINITIONUM, AXIOMATUM PROPOSITIONUM, EXPERIMENTORUM, OBSERVATIONUM & QUÆSTIONUM.

LIBER I. PARS I.

LIBER I. PARS II.

LIBER II. PARS I.

Observationes circa reflexiones, refractiones & colores corporum tenuium pellucidorum.

LIBER

LIBER II. PARS II.

LIBER II. PARS III.

 qui-

LIBER II. PARS IV.

Observationes circa reflexiones, & colores laminarum crassarum, pellucentium & politarum.

LIBER III.

Obſervationes circa inflexiones luminis & colores inde generatos.

motu

FINIS.

OPTI-

OPTICES

LIBER PRIMUS.

PARS PRIMA.

IN hoc libro conſcribendo, non mihi id inſtitutum fuit, ut poſitis certis hypotheſibus, luminis proprietates exinde explicarem; ſed ut iſtas proprietates ſimpliciter propoſitas, ratione duntaxat experimentiſque comprobarem. Quem in finem, definitiones & axiomata ſubjecta præmittere ſtatui.

DEFINITIONES.

DEFINITIO I.

PEr radios luminis, minimas ipsius partes intelligo, easque tam in eisdem lineis successivas, quam contemporaneas in diversis.

Liquet enim lumen ex partibus constare, tum successivis, tum contemporaneis: quippe in uno eodemque loco id luminis quod uno momento advenit, intercipere licet; & quod momento proxime sequenti advenit, permittere ut transeat: item uno eodemque tempore lumen in quolibet loco intercipere licet, & quovis alio in loco permittere ut transeat. Ea enim luminis pars, quæ intercipitur, non potest eadem esse atque ista quam transire permittas. Minimum lumen, aut minima luminis pars, quæ sola sine reliquo lumine vel intercipi possit, vel sola propagari; aut quæ agere vel pati quicquam possit, quod reliquum lumen eodem tempore non agat vel patiatur: hæc est, quam appello *radium* luminis.

DEFINITIO II.

Refrangibilitas radiorum luminis, est dispositio ea, qua ita comparati sunt, ut in transeundo ex uno corpore translucido, sive medio, in aliud, refringantur seu de via deflectantur. Et major minorve radiorum refrangibilitas, est dispositio ea qua apti sunt, ut in paribus incidentiis super unum idemque medium, magis minusve de via detorqueantur.

Mathematici plerumque secum ita fingunt; radios luminis esse lineas à corpore lucido ad corpus illuminatum pertingentes; horumque radiorum refractionem, esse linearum istarum flexionem aut fractionem in transeundo ex uno medio in aliud. Atque hoc quidem de radiis & refractionibus dici possit, si lumen uno momento propagetur. Verum cum ex temporum eclipsium

Jovis

Jovis satellitum æquationibus, id colligi videatur, lumen spatio temporis propagari; adeo ut e Sole in terram septem circiter minutorum spatio deferatur; radios ac refractiones ita laxe definire malui, ut quicquid de luminis propagatione statuatur, hæ tamen definitiones in utramque partem veræ ac certæ sint.

DEFINITIO III.

Reflexibilitas radiorum, est dispositio ea, qua ita comparati sunt, ut in quodcunque medium inciderint, ab ejusdem superficie in idem rursus unde profecti sunt medium reflectantur. Et radii magis minusve reflexibiles sunt, qui facilius aut difficilius reflectuntur.

Exempli gratia: cum lumen e vitro in aërem transeat, & pro eo ut ad communem vitri aërisque superficiem magis magisque inclinetur, ex toto tandem ab ista superficie reflecti incipiat: quæ radiorum genera vel paribus incidentiis majori copia reflectuntur, vel radios paulatim inclinando citius ex toto reflectuntur; ea maxime reflexibilia sunt.

DEFINITIO IV.

Angulus incidentiæ, est angulus, qui linea ab incidente radio descripta, & linea ad reflectentem aut refringentem superficiem perpendiculari, in puncto incidentiæ continetur.

DEFINITIO V.

Angulus reflexionis aut refractionis, est angulus, qui linea a reflexo aut refracto radio descripta, & linea ad reflectentem aut refringentem superficiem perpendiculari, in puncto incidentiæ continetur.

DEFINITIO VI.

Sinus incidentiæ, reflexionis & refractionis, sunt sinus angulorum incidentiæ, reflexionis & refractionis.

DEFINITIO VII.

Lumen cujus omnes radii sunt æque refrangibiles, id ego simplex, homogeneum, & similare appello: Cujus autem radiorum alii magis quam alii refrangibiles sunt, id ego compositum, heterogeneum, & dissimilare appello.

Prius lumen ideo homogeneum appello, non quod id plane & omnimode homogeneum esse, affirmare velim; sed quod radii qui pari sunt refrangibilitate, iidem in istis saltem omnibus, de quibus in hoc libro disserendum erit, proprietatibus inter se conveniunt.

DEFINITIO VIII.

Colores homogenei luminis, appello primarios, homogeneos & simplices: luminum autem heterogeneorum colores, heterogeneos & compositos.

Hi enim ex luminum homogeneorum coloribus semper compositi sunt; ut ex iis quæ infra dicenda sunt, apparebit.

AXIOMATA.

AXIOMA I.

Anguli incidentiæ, reflexionis & refractionis, in uno eodemque plano siti sunt.

AXIOMA II.

Angulus reflexionis, æqualis est angulo incidentiæ.

AXIOMA III.

Si radius refractus directo ad punctum incidentiæ revertatur; in eam ipsam lineam, quam radius incidens ante descripserat, refringetur.

AXIO-

AXIOMA IV.

Refractio e rariori medio in densius, fit versus perpendicularem; hoc est, ita ut angulus refractionis fit angulo incidentiæ minor.

AXIOMA V.

Sinus incidentiæ est ad sinum refractionis in data ratione, vel accurate vel quam proxime.

Quare si in una radii incidentis inclinatione, cognita sit ista proportio; cognita erit etiam in omnibus. Unde refractio in omnibus incidentiæ casibus super unum idemque corpus refringens, determinari potest. Exempli gratia; si refractio fiat ex aëre in aquam, sinus incidentiæ luminis rubri, ad sinum refractionis ejusdem luminis, est ut 4 ad 3. Si refractio fiat ex aëre in vitrum, sinus erunt inter se ut 17 & 11. In lumine aliorum colorum, aliæ sunt sinuum proportiones: sed ea differentia adeo parva est, ut raro ejus ullam rationem haberi sit necesse.

Sit igitur R S [*Fig.* 1.] aquæ stagnantis superficies, & C punctum incidentiæ, ubi radius ab A in linea A C per aërem delapsus, reflectitur aut refringitur. Jam ut inveniam quo iste radius, postquam reflexus aut refractus fuerit, sit perrecturus; erigo super aquæ superficiem e puncto incidentiæ perpendicularem C P, eamque deorsum produco ad Q. Tum ex Axiomate primo concludo, radium, postquam reflexus aut refractus fuerit, alicubi in plano anguli incidentiæ A C P producto reperiri debere. Super perpendicularem C P igitur demitto sinum incidentiæ A D: & si radius reflexus, quis sit, quæratur; produco A D ad B, ita ut D B sit æqualis isti A D; & duco C B: quæ linea C B, erit radius reflexus: angulus enim reflexionis B C P ejusque sinus B D, æquales sunt angulo & sinui incidentiæ; uti, ex secundo Axiomate, fieri debet. Sin autem radius refractus, quis sit, quæratur; produco A D ad H, ita ut D H ad A D eam proportionem habeat, quam habet sinus refractionis ad sinum incidentiæ, hoc est (si lumen sit rubrum,) rationem 3 ad 4. TAB. I.

 Tum

Tum centro C, in plano ACP, & radio CA, descripto circulo ABE; duco parallelam perpendiculari PCQ lineam HE, quæ secet circumferentiam in E: & ducta CE, ista linea CE erit radius refractus. Si enim demittatur EF perpendicularis ad lineam PQ; ista linea EF, quoniam angulus refractionis est ECQ, erit sinus refractionis radii CE. Qui sinus EF, æqualis est ipsi DH; & consequenter eam proportionem habet ad sinum incidentiæ AD, quam habent 3 ad 4.

Eodem modo si per prisma vitreum (hoc est, vitrum duobus æqualibus & parallelis triangulis ab extremitatibus suis terminatum, tribusque planis & bene politis compactum lateribus, quæ tribus parallelis lineis a ternis angulis unius extremi ad ternos angulos alterius extremi pertingentibus interjunguntur,) si, inquam, luminis per hujusmodi prisma transmissi refractio quæra-
TAB. I. tur: sit ACB [*Fig.* 2.] planum, quo prisma ea sui parte, qua lumen transmittitur, secetur transversum per istas lineas parallelas quibus ternæ ipsius facies interjunguntur: sitque DE radius incidens in primam faciem prismatis AC, ubi lumen in vitrum ingreditur. Tum posito quod sinus incidentiæ ad sinum refractionis eam proportionem habeat, quam habent 17 ad 11; inveni EF primum radium refractum. Qui porro radius quum sit ipse radius incidens in secundam faciem vitri BC, ubi lumen egreditur; iterum refractus radius FG simili ratione invenietur, ponendo sinum incidentiæ ad sinum refractionis eam habere rationem, quæ est 11 ad 17. Si enim sinus incidentiæ ex aëre in vitrum, sit ad sinum refractionis, ut 17 ad 11; liquet sinum incidentiæ e vitro in aërem fore e contrario ad sinum refractionis, ut 11 ad 17; uti ex tertio Axiomate patet.

TAB. I. Simili fere ratione, si ACBD [*Fig.* 3.] sit vitrum ex utraque parte sphærice convexum (quod vulgo *lens* appellatur, quale est vitrum ustorium, aut conspicillum vulgare, aut vitrum objectivum conspicilli tubulati,) & quæratur quomodo lumen e puncto lucido Q in hoc vitrum incidens, refringi debeat: sit QM radius incidens in quodvis punctum M primæ superficiei sphæricæ ACB; & erigendo lineam vitro perpendicularem in puncto M, invenia-

inveniatur primus refractus radius MN, ex proportione sinuum 17 ad 11. Idem radius e vitro egressurus incidat in N; tumque inveniatur secundus radius refractus N q, ex proportione sinuum 11 ad 17. Qua eadem ratione inveniri quoque potest refractio, cum lens ex altera parte convexa, ex altera plana sit vel concava; aut cum ex utraque parte sit concava.

AXIOMA VI.

Radii homogenei ex diversis cujusvis objecti punctis fluentes, & in planam aut sphaericam superficiem reflectentem aut refringentem, ad perpendiculum aut fere ad perpendiculum incidentes; divergent deinceps a totidem aliis punctis, aut paralleli evadent totidem aliis lineis, aut convergent versus totidem alia puncta, accurate aut saltem sine errore sensibili. Hocque idem eveniet, si radii a duabus, tribus, pluribusve planis sphaericisve superficiebus successive reflectantur vel refringantur.

Punctum, a quo radii divergunt, vel ad quod convergunt, appellari potest ipsorum *Focus*. Et, si focus incidentium radiorum datus sit, focus radiorum reflexorum aut refractorum inveniri poterit, computando binorum quorumvis radiorum refractionem, sicuti supra traditum est; vel etiam facilius hoc modo.

CAS. 1. Sit ACB. [*Fig.* 4.] planum reflectens aut refringens, & Q focus incidentium radiorum, & Q q C linea plano isti perpendicularis. Jam si hæc linea perpendicularis producatur ad q, ita ut q C fiat æqualis QC; punctum q erit focus radiorum reflexorum. TAB. I.

Vel, si q C capiatur ab iisdem partibus plani, ac ipsa QC; habeatque eandem proportionem ad QC, quam habet sinus incidentiæ ad sinum refractionis; punctum q erit focus radiorum refractorum.

CAS. 2. Sit ACB [*Fig.* 5.] superficies reflectens cujusvis sphæræ, cujus centrum sit E. Biseca quemvis ipsius radium (puta EC) in T. Et, si in isto radio, ab iisdem partibus puncti T, TAB. I.

cti T, sumantur puncta Q & q, ita ut T Q, T E, & T q sint continue proportionales; & punctum Q sit focus radiorum incidentium; punctum q erit focus reflexorum.

TAB. I. CAS. 3. Sit A C B [*Fig. 6.*] superficies refringens cujusvis sphæræ, cujus centrum sit E. In quovis ipsius radio E C in utramque partem producto, capiantur æquales E T & C t ita, ut ad istum radium eam proportionem seorsum habeant, quam habet sinum incidentiæ & refractionis is qui minor fuerit, ad differentiam ipsorum sinuum. Tum si in eadem linea inveniantur duo quævis puncta Q & q, ita ut T Q sit ad E T, ut E t ad $t q$; (sumendo $t q$ in contrarias partes a puncto t, ac T Q a puncto T;) & punctum Q sit focus radiorum incidentium; punctum q erit focus refractorum.

Porro, eodem modo focus radiorum bis vel sæpius reflexorum aut refractorum, inveniri poterit.

TAB. I. CAS. 4. Sit A C B D [*Fig. 7.*] lens refringens, sphærice convexa aut concava, aut plana utravis superficie; sitque C D axis ipsius, (hoc est, linea quæ utramque ejus superficiem ad perpendiculum secet, & per centra sphærarum transeat; inque hoc axi producto, sint F & f radiorum refractorum foci ratione supra exposita inventi, cum radii incidentes ex utraque parte lentis sint axi eidem paralleli; & diametro F f bisecto in E describatur circulus. Finge jam quodvis punctum Q focum esse radiorum incidentium. Duc Q E, quæ secet circulum prædictum in punctis T & t; in eamque sume $t q$, quæ eam proportionem habeat ad t E, quam habet ipsa t E sive T E ad T Q. Sit $t q$ a contrariis partibus puncti t, ac T Q a puncto T; & q erit radiorum refractorum focus, sine errore sensibili; modo punctum Q non tanto intervallo ab axe distet, nec lens ipsa adeo lata sit, ut radiorum nonnulli in superficies refringentes nimio plus obliqui incidant.

Simili opere, cum dati sint duo foci, inveniri possunt superficies reflectentes aut refringentes; eoque pacto forma lentis exprimi, quæ efficiat ut radii ad quemvis locum, vel à quovis loco dato, fluant.

Itaque

Itaque hujus Axiomatis summa hæc est. Si radii in aliquam planam aut sphæricam superficiem sive lentem incidant, &, antequam in istam superficiem incidant, fluant a dato puncto vel ad datum punctum Q; hi radii, postquam reflexi vel refracti fuerint, fluent a puncto *q*, vel ad punctum *q*, quod ratione supra exposita definitum fuerit. Et, si radii incidentes fluant a diversis punctis, vel ad diversa puncta, Q; radii reflexi vel refracti fluent a totidem punctis, vel ad totidem puncta, *q*, quæ eadem ratione inveniri potuerint. Utrum a puncto *q*, an contra ad istud punctum, radii hi reflexi & refracti fluant; ex ipso puncti istius situ, facile dignoscitur. Si enim istud punctum situm sit ab iisdem partibus superficiei sive lentis reflectentis aut refringentis, ac punctum ipsum Q; & radii incidentes fluant a puncto Q: radii reflexi, ad *q*; & refracti, a *q*, fluent. Sin autem radii incidentes fluant ad punctum Q: radii reflexi a *q*; & refracti, ad *q*, fluent. Quod si istud punctum *q* situm sit a contrariis partibus ejusdem superficiei; omnia tunc contra, ac dicta sunt, evenient.

AXIOMA VII.

Quocunque in loco radii ex omnibus cujusvis objecti punctis fluentes, in totidem alia puncta, postquam reflexione aut refractione coacti fuerint, iterum conveniunt; eo in loco imaginem istius objecti, super quovis corpore albo in quod inciderint, depingent.

Exempli gratia: si P R [*Fig.* 3.] sit corpus foris objectum; & A B lens, ad cubiculi tenebricosi fenestram, operculi foramini infixa; qua radii a quovis objecti istius puncto Q fluentes ita cogantur, ut in puncto *q* iterum conveniant; & chartæ albæ plagula in *q*, ad excipiendum lumen immissum, collocetur: objecti P R imago, justa specie ac forma, colorumque ipsorum conveniente responsu, in chartam depicta conspicietur. Ut enim lumen quod fluit a puncto Q, pergit ad punctum *q*: ita lumen quod fluit ab aliis objecti punctis P & R, ad totidem alia puncta *p* & *r*, eis in imagine respondentia, perget; uti, ex sexto Axiomate, liquet. Atque hoc pacto unumquodque objecti punctum, suum in ima- TAB. I.

gine punctum illuminabit; adeoque imago depingetur, qua debet forma atque colore; &plane omni ratione, nisi quod inversa appareat, objecti ipsius simillima. Atque hæc porro est causa experimenti istius etiam in vulgus noti, quo rerum foris objectarum imagines in cubiculo tenebricoso super parietem aut chartæ albæ plagulam depictas excipere solent.

TAB. II. Eodem modo, cum quodvis objectum P Q R [*Fig.* 8.] oculis intuemur; lumen, quod ex diversis objecti punctis fluit, ita refringitur a pellucidis oculi tunicis atque humoribus, (hoc est, ab exteriori tunica E F G, quæ *Cornea* appellatur; & a crystallino humore A B, qui est ultra pupillam *m k*;) ut id coactum in fundo oculi in totidem aliis punctis iterum conveniat, ibique objecti imaginem in pellicula illa, quæ *Tunica Retina* appellatur, quaque oculi fundum obtectum est, depingat. Anatomici enim, cum exteriorem illam & crassiorem pelliculam, quæ *dura mater* appellatur, oculi fundo detraxerint; transpicientes per tunicas tenuiores, rerum objectarum imagines in eis pulchre depictas videre possunt. Quæ quidem imagines per nervorum opticorum fibras in cerebrum motu propagatæ, visus causâ sunt. Pro eo enim, ut hæ imagines magis minusve distinctæ sunt, ipsum objectum magis minusve distincte visu percipitur. Si oculus aliquo forte colore ita imbutus sit, (quomodo evenit cum quis ictero laborat) ut imagines in fundo oculi isto colore tinctæ sint; omnia corpora objecta tum isto colore itidem videntur infecta. Si oculi humores progrediente ætate deficientes ita imminuantur, ut tunica cornea & humoris crystallini integumentum se in planiorem superficiem contrahant; lumen minus æquo refringetur, eaque de causa non conveniet in fundo oculi, sed in loco aliquo ulteriori; & proinde imago in fundo oculi paulo confusius depingetur; quæ imago pro eo ut magis minusve confusa fuerit, ipsum itidem objectum videbitur confusum. Hæc causa est, quamobrem senibus plerunque visus deficiat: Atque hinc etiam apparet, quomodo conspicilla ipsis multum adjumento sint ad distincte videndum. Ista enim vitra convexa, oculi jam in compressiorem figu-

figuram se contrahentis defectum rotunditatis expleat; & refractionem augendo, efficiunt ut radii citius solito convergentes, distincte in fundo oculi conveniant; modo vitrum, pro ratione compressioris oculi figuræ, apta factum sit proportione convexum. Jam vero myopes, quorum oculi nimium globosi sunt, ideoque non nisi propius admota cernunt, omnia contra quam diximus experiuntur. In horum enim oculis, cum refractio nimia sit, radii ita convergunt, ut intra oculum prius conveniant, quam fundum ejus attigerint: ac proinde imago in fundo oculi depicta, & consequenter visio ipsa, non erit distincta; nisi vel objectum adeo prope ad oculum admoveatur, ut locus, quo radii coituri convergunt, jam remotior factus, in fundum oculi incidat; vel nimiæ oculi rotunditati subventum sit, refractionesque minuantur, adhibendo vitrum apta proportione concavum; vel ipsa tandem ætate oculus compressior factus, aptam figuram sortiatur. Myopes enim provectiori ætate corpora remotius objecta distinctius cernere incipiunt, ideoque visum habere durabiliorem creduntur.

AXIOMA VIII.

Objectum, quod interveniente reflexione aut refractione aspiciatur, eo semper in loco situm videtur, unde radii post ultimam reflexionem aut refractionem divergunt, quo tempore in oculum spectatoris incidunt.

Si objectum A [*Fig.9.*] interveniente speculi *m n* reflexione inspiciatur; videbitur id, non proprio in loco A, sed post speculum eo in loco *a*, unde radii quilibet, A B, A C, A D, qui ex uno eodemque objecti puncto fluxerant, divergunt jam, (postquam reflexi fuerunt in punctis B, C, D,) in transitu suo a vitro ad puncta E, F, G, ubi in oculos spectatoris incidunt. Hi enim radii talem omnino imaginem in oculorum fundo depingunt, qualem iidem ab objecto in loco *a* revera collocato fluentes, sine interpositu speculi, depinxissent: Omnisque in universum visio, istius imaginis situi atque figuræ congruenter, semper efficitur. TAB. II.

 Simi-

TAB. I. Similiter, objectum D [*Fig.* 2.] per prisma inspectum, non suo in loco D videtur: sed alio transfertur in locum aliquem *d*, qui in ultimo refracto radio F G, retro ab F ad *d* ducto, situs sit.

TAB. II. Simili quoque ratione objectum Q, [*Fig.* 10.] per lentem A B inspectum, eo in loco *q* collocatum videtur, unde radii, in transitu suo a lente ad oculum, divergunt. Observandum est autem; objecti imaginem *q*, tanto majorem aut minorem quam ipsum objectum Q, videri, quanto distantia imaginis *q* a lente A B, major minorve est quam distantia objecti ipsius Q ab eadem lente. Quod si objectum per bina plurave hujusmodi vitra convexa aut concava inspectum fuerit; unumquodque vitrum novam imaginem effinget; objectumque eo in loco eaque magnitudine videbitur, quæ erant ultimæ imaginis locus atque magnitudo. Ex hac observatione pendet tota microscopiorum telescopiorumque theoriæ explicatio. Etenim in hoc fere posita est ea universa theoria, ut exponatur talium vitrorum conficiendorum ratio, quæ ultimam objecti imaginem tam distinctam tamque magnam tamque luminosam repræsentent, quam possit commode exhiberi.

In his Axiomatibus eorumque explicatu, quicquid antehac de rebus ad Opticen pertinentibus traditum fuerit, breviter atque summatim videor mihi exposuisse. De quibus enim inter omnes fere convenit, ea, in his quæ infra dicenda sunt explicandis, tanquam principia adhibere mihi licere existimabo. Atque hæc quidem sufficiant, quæ loco introductionis dicta sint in eorum lectorum gratiam, qui cum sint acri quidem & perspicaci ingenio, nondum tamen in studio Optices versati fuerint. Melius tamen atque facilius hæc, quæ sequuntur, intelligent, & cogitatione assequentur ii, qui antea in his rebus aliquid operæ atque studii posuerint, & vitra tractare assueti fuerint.

PROPO-

PROPOSITIONES.

PROPOSITIO I. THEOREMA I.

Lumina, quæ colore differunt, ea itidem refrangibilitatis gradibus inter ſe differunt.

Probatio ab Experimentis deſumpta.

EXPERIMENTUM I.

CHARTAM accepi nigram, oblongam, rigidam, lateribus inter ſe parallelis definitam; eamque linea tranſverſa, ad perpendiculum ab uno latere ad alterum ducta, mediam in duas æquales partes diſpertivi. Harum partium alteram colore rubro infeci; alteram cæruleo, ſive indico ad violaceum accedente. Charta ipſa nigerrima erat, coloreſque largi ac ſaturi, atque inſuper craſſe illiti; ut phænomenon evidentius ac notabilius exhiberetur. Chartam iſtam duobus coloribus hoc modo diſcretam,

per prisma inspexi ex vitro solido conflatum; cujus eæ binæ facies, per quas lumen ad oculum transmitteretur, planæ erant ac perpolitæ, angulumque circiter sexaginta graduum inter se continebant: quem quidem angulum, refringentem prismatis angulum appello. Dum chartam hoc modo intuerer, eam & prisma ita ante fenestram collocavi, ut chartæ latera essent prismati parallela; eaque latera, atque ipsum insuper prisma, horizonti parallela; & linea transversa, fenestræ plano perpendicularis; lumen etiam a fenestra in chartam incidens, & charta ipsa, angulum inter se continerent ei æqualem, quem eadem charta, & lumen jam inde ad oculum reflexum, inter se itidem continebant. Ultra prisma, paries cubiculi subter fenestram panno nigro obtectus erat, atque ipse insuper pannus tenebris undique circumseptus; nequid luminis inde reflecteretur, quod prope chartæ extremitates ad oculum transiens, sese lumini a charta reflexo immisceret, eoque pacto experimentum interturbaret. His ita dispositis; quæ observabam, hujusmodi erant. Si angulus refringens prismatis sursum convertatur, ita ut charta refractione altius attolli videatur; dimidia ejus pars illa, quæ erit colore cæruleo infecta, altius videbitur refringendo attolli, quam illa quæ erit rubra. E contrario autem, si prismatis angulus refringens deorsum convertatur, ita ut charta refringendo deorsum ferri videatur; tum cærulea ejus pars aliquanto inferius demitti videbitur, quam rubra. Quamobrem in utroque horum casuum, id luminis, quod a cærulea chartæ parte per prisma ad oculum fluit, majorem in eisdem circumstantiis refractionem patitur, quam id quod fluit a parte rubra; & consequenter, magis refrangibile est.

TAB. II. *ILLUSTRATIO.* In schemate undecimo, M N [*Fig.* 11.] exhibet fenestram; & D E chartam, lateribus D I & H E inter se parallelis definitam, & linea transversa F G dispertitam in binas partes æquales, quarum altera D G colore cæruleo saturo, altera F E colore rubro saturo infecta sit. B A C *c a b* repræsentat prisma, cujus facies refringentes A B *b a* & A C *c a* interjunguntur in commissura refringentis anguli A *a*. Hæc angulata

gulata acies A *a* sursum spectans, parallela est & horizonti & simul extremitatibus chartæ inter se parallelis D I & H E; & linea transversa F G plano fenestræ perpendicularis est. Porro *d e* est chartæ imago refractione ea, quæ fit sursum versus, ita repræsentata, ut pars cærulea D G altius sublata sit ad *d g*, quam pars rubra F E ad *f e*; ac proinde majorem passa sit refractionem. Quod si acies refringentis anguli deorsum conversa sit; jam chartæ imago deorsum refringetur, puta ad *δε*; & pars cærulea refringendo inferius demittetur ad *δγ*, quam pars rubra ad *φε*.

EXPERIMENTUM II.

Chartæ ante memoratæ, cujus dimidiæ partes colore rubro & cæruleo seorsum infectæ erant, quæque papyri conglutinatæ spissitudine erat ad rigiditatem, tenue serici nigerrimi filum sæpius circumvolvebam; ita ut singula fila in charta colorata, tanquam totidem lineæ nigræ superinductæ, aut longæ tenuesque umbræ in eadem projectæ conspicerentur. Licuerat lineas nigras calamo ducere; sed fila serica tenuiora erant, & distinctiori termino definita. Chartam, hoc modo coloribus inductam & lineis nigris distinctam, ad parietem admovi, situque ad horizontem perpendiculari ita collocavi, ut colorum alter ad dextram esset positus, alter ad sinistram. Ante chartam, in colorum confiniis, ab inferiori parte, & parvo admodum interjecto intervallo, candelam apposui; quæ lumen quam clarissimum chartæ affunderet: noctu enim capiebatur experimentum. Flamma candelæ ad inferiorem chartæ marginem altitudine pertingebat, vel paullo supra eam ferebatur. His ita dispositis; ex adverso chartæ, sex pedum & unius duarumve unciarum intervallo, erexi super tabulato lentem vitream uncias $4\frac{1}{4}$ latam, quæ radios e diversis chartæ partibus fluentes ita colligeret, ut ii ad totidem alia puncta ex altera parte, eodem sex pedum & unius duarumve unciarum intervallo, ultra lentem convergerent; eoque pacto chartæ coloratæ imaginem in charta alba ibi collocata depingerent; eodem modo quo lens in fenestræ foramine infixa, corporum foris

ris objectorum imagines in cubiculo tenebricoso chartæ albæ plagula exceptas depingit. Chartam istam albam, situ & ad horizontem & ad radios sibi a lente incidentes perpendiculari erectam, ultro citroque, modo lentem versus, modo a lente, movebam; ut quibus in locis cærulearum rubrarumque chartæ coloratæ partium imagines maxime distinctas se exhiberent, invenirem. Loca ista facile dignoscebam, ex imaginibus linearum nigrarum, quæ erant ipsa fila serica in chartam, ut dixi, convoluta. Etenim imagines subtilium istarum tenuissimarumque linearum, (quæ summo suo nigrore ad umbrarum in coloribus projectarum similitudinem accedebant,) confusæ erant & vix discerni potuerunt; nisi quo tempore colores, ex utraque parte cujusque lineæ, terminis maxime distinctis definiebantur. Contemplatus igitur, qua potui summa accuratione, quibus in locis rubrarum cærulearumque chartæ coloratæ partium imagines quam maxime distinctæ apparerent; observavi id ita se habere, ut quo in loco rubra chartæ pars videbatur distincta, eo in loco pars cærulea semper confusa videretur, adeo ut lineæ nigræ ei inductæ vix dicerni potuerint: E contrario autem, quo in loco cærulea chartæ pars maxime distincta videbatur, eo in loco pars rubra semper videretur confusa, adeo ut lineæ nigræ ipsi inductæ jam vix discerni potuerint: Quodque interea duo loca, in quibus hæ duæ imagines seorsum distinctæ videbantur, spatii interjaceret; id sesqui-unciæ intervallum esset. Etenim quo tempore rubra chartæ coloratæ pars maxime distinctam sui imaginem exhibebat; charta alba, qua hæ imagines excipiebantur, & lens, sesqui-unciæ intervallo longius inter se distabant, quam quo tempore partis cæruleæ imago maxime distincta videbatur. Cum itaque utriusque incidentia in lentem plane eadem esset; color cæruleus a lente plus refringebatur, quam ruber: adeo ut sesqui-unciæ intervallo propius a lente, quam color ruber, convergeret; & consequenter magis sit refrangibilis.

TAB. II. *ILLUSTRATIO.* In schemate duodecimo, DE [*Fig.* 12.] exhibet chartam coloratam; DG partem ejus cæruleam; FE partem rubram; MN lentem; HI chartam albam eo in loco positam,

fitam, ubi partis rubræ imago, una cum fuis lineis nigris, diftincta videbatur; & *h i* eandem chartam eo in loco pofitam, ubi partis cæruleæ imago videbatur diftincta. Locus *h i* fefqui-unciæ intervallo propius, quam locus H I, a lente M N diftabat.

SCHOLIUM. Idem erit hujufce experimenti eventus, utcunque quædam circumftantiæ varientur. Exempli gratia: In primo experimento, fi prifma & charta ad horizontem quovis angulo inclinentur; & in utroque experimento, fi lineæ coloratæ in charta nigerrima ductæ fint; exitus experimenti nihil immutabitur. Verum enimvero, in hifce experimentis defcribendis, eas volui adhibere circumftantias, quibus vel ipfum phænomenon clarius atque evidentius exhiberi poffet, vel quibus tiro rem facilius experiretur, vel tandem quibus folis ut ipfe ufus fuerim acciderit. Atque hoc idem fæpius in fequentibus experimentis defcribendis feci: De quibus omnibus hoc in loco lectorem femel monuiffe, fatis fit. Obfervandum eft autem, ex hifce experimentis non id continuo effici, ut illud omne lumen, quod e charta cærulea fluit, magis refrangibile putandum fit, quam id omne quod fluat e rubra: utrumque enim iftorum luminum ex radiis diverfe refrangibilibus compofitum eft; adeo ut in ifto rubro lumine nonnulli fint radii nihilo minus refrangibiles quam radii in cæruleo, & in ifto cæruleo lumine nonnulli fint radii nihilo magis refrangibiles quam radii in rubro. Sed iftiufmodi radii, ad totius luminis rationem, perpauci funt; & id efficiunt, ut experimenti fucceffus minuatur, nequaquam autem ut penitus impediatur. Quum enim colores ruber & cæruleus dilutiores & languidiores effent; imagines ante dictæ, minus quam fefqui-unciæ intervallo, inter fe diftabant: quum autem hi colores largiores & faturatiores effent; eæ imagines, uti inferius exponetur, majori intervallo inter fe diftabant. Atque hæc quidem fufficiant, quæ, ad hanc propofitionem comprobandam, in corporum naturalium coloribus capta fint experimenta. In illis enim coloribus, qui prifmatum refractione fefe exhibent, veritas hujufce propofitionis, ex iis quæ in fequenti propofitione enarranda funt experimentis, uberius apparebit.

C PROP.

PROPOSITIO II. THEOREMA II.

Lumen Solis constat ex radiis diverse refrangibilibus.

Probatio ab experimentis desumpta.

Experimentum III.

IN cubiculo valde tenebricoso, ad rotundum fenestræ operculi foramen, quod erat circiter tertia unciæ parte latum, prisma vitreum admovi; quo Solis luminis radius, per id foramen in cubiculum transmissus, sursum versus ad oppositum parietem refringeretur, ibique coloratam Solis imaginem exhiberet. Prismatis axis (hoc est, linea per medium prisma ab uno extremo ad alterum, situ ad anguli refringentis aciem parallelo transiens,) erat in his & sequentibus experimentis ad radios incidentes perpendicularis. Circa hunc axem lente converso prismate; lumen refractum, sive coloratam Solis imaginem in pariete depictam, primo descendere, deinde ascendere observabam. Inter descensum & ascensum istum, cum imago consistere & morari videretur, prisma cohibui, eoque in positu fixum retinui, ne moveretur amplius. Etenim in ea prismatis positione, luminis refractiones quæ fierent in duobus anguli refringentis lateribus, hoc est, ad ingressum & egressum luminis, æquales erant inter se. Similiter, in aliis experimentis, quotiescunque id agerem, ut refractiones in utraque prismatis facie inter se essent æquales; notavi locum ubi Solis imago lumine refracto depicta, inter duos contrarios motus suos, in communi progressus & regressus sui confinio, consistere atque morari videretur: & cum in istum locum incideret imago, prisma cohibui fixumque retinui. Atque in hac quidem positione, quippe omnium convenientissima, intelligendum est prismata omnia in sequentibus experimentis esse collocata: nisi ubi alia aliqua positio nominatim describetur. Prismate igitur hac in positione collocato; lumen refractum chartæ albæ

albæ plagula, ad perpendiculum radiis objecta, in opposito cubiculi pariete excepi; solarisque imaginis in chartam eo lumine depictæ figura atque mensuræ, quæ essent, adnotavi. Imago oblonga erat, non tamen ovalis, sed duabus rectis interque se parallelis lineis a lateribus, & duobus semicirculis ab extremitatibus, terminata. A lateribus definiebatur terminis satis quidem distinctis: ab extremitatibus autem, finibus valde confusis & minime distinctis; lumine istis in locis deficiente paulatim, & evanescente. Latitudo imaginis ea erat, quæ Solis diametro responderet; utpote uncias $2\frac{1}{8}$ complectens, inclusa penumbra. Quippe imago, intervallo octodecim pedum cum dimidio, a prismate distabat: quo quidem intervallo interjecto, prædicta imaginis latitudo, (subducta foraminis in operculo fenestræ diametro, hoc est, $\frac{1}{4}$ unciæ,) subtendebat angulum ad prisma circiter dimidii gradus, qui est Solis apparens diameter. At longitudo imaginis erat unciarum circiter $10\frac{1}{4}$; laterumque rectilineorum longitudo, circiter octo unciarum; & angulus refringens prismatis, quo imago tanta longitudine exhibita est, erat 64 graduum. Quum iste angulus minor esset, longitudo imaginis itidem minor erat, latitudo autem eadem quæ prius. Si prisma circa axem suum eam in partem convertebatur, quæ efficeret ut radii e secunda refringente prismatis facie obliquius, quam ante, emergerent; imago continuo unam duasve uncias, aut plus eo, se in longitudinem amplius extendebat. Sin prisma in contrarias partes convertebatur, ita ut radii jam in primam refringentem faciem obliquius inciderent; imago statim uncia una atque altera in brevitatem se contrahebat. Quocirca in hoc experimento capiendo, qua potui summa accuratione id mihi agendum existimavi, ut ratione supra exposita prisma eo in situ diligenter mihi collocatum foret, quo radiorum e prismate emergentium refractiones pares essent refractionibus radiorum in prisma incidentium. In prismate, quo usus sum, erant quidem venulæ aliquæ se ab una extremitate ad alteram per vitrum diffundentes; quibus radiorum nonnulli quoquoversus quidem irregulariter dispergebantur: verum in imagine colorata in longitudinem extendenda, nihil quicquam effecerunt

hæ venæ. Etenim idem experimentum in aliis prismatibus cepi; eundemque semper exitum habebat. Et specialiter, quum prismate uterer hujusmodi venis perquam immuni, & cujus angulus refringens esset graduum $62\frac{1}{2}$; inveni longitudinem imaginis, intervallo pedum $18\frac{1}{2}$ a prismate, esse unciarum $9\frac{3}{4}$ aut 10; foraminis autem in fenestræ operculo latitudo erat, ut prius, $\frac{1}{4}$ unciæ. Porro, quoniam in prismate apte recteque collocando proclive est errare; experimentum ter, quater, sæpius repetebam; imaginisque longitudinem semper eam, quam dixi, inveniebam. Quum alio prismate, ex vitro adhuc pellucidiori politiorique, uterer; quod venis itidem immune videretur, cujusque angulus refringens, esset graduum $63\frac{1}{2}$; imaginis longitudo, eodem intervallo pedum $18\frac{1}{2}$ a prismate, erat iterum unciarum circiter 10 aut $10\frac{1}{8}$. Ultra hos fines, spatio circiter $\frac{1}{4}$ aut $\frac{1}{3}$ unciæ, ab utraque imaginis extremitate, lumen e nubibus proveniens colore rubro & violaceo nonnihil tinctum videbatur; verum id coloris adeo languidum erat ac dilutum, ut a radiis quibusdam ipsius imaginis, quos forte inæqualitates quædam vel in ipso vitro, vel in faciebus ejus, irregulariter dispersérint quoquoversus, ortum id vel omnino, vel saltem maxima ex parte, suspicatus sim: ideoque hosce colores, in mensurarum supra expositarum rationem, non sum complexus. Ad hæc, varia foraminis, in operculo fenestræ, magnitudo; varia prismatis, qua parte lumen transmitteretur, crassitudo; variæ insuper prismatis ad horizontem inclinationes; longitudinem imaginis nihil quicquam ad sensum immutabant. Neque vero diversa ipsa, ex qua prismata constarent, materia, quicquam immutabatur ista longitudo. Nam quum vase ex politis vitri lamellis in formam prismatis, conclusa intus aqua, conglutinatis uterer; similis plane erat experimenti exitus, secundum proportionem refractionis. Observandum est præterea, radios a prismate ad usque imaginem, semper rectis in lineis progressos; ac proinde, simul ut primum e prismate exierant, eam omnem inter se inclinationem habuisse, unde imaginis longitudo oriebatur; hoc est, inclinationem quæ esset graduum amplius duo-

rum

rum cum dimidio. Et tamen, secundum Optices leges vulgo receptas, omnino nullo modo fieri potuit, ut hi radii tantum inter se inclinationis haberent. Sit enim EG, [*Fig.*1.] fenestræ operculum; F, foramen per quod Solis luminis radius in cubiculum tenebricosum immittebatur; & ABC planities triangula animo concepta, qua prisma ea sui parte, per quam luminis pars media permeat, transversum secetur; vel, si ita potius videtur, sit ABC ipsum prisma, extremitate sua propiori directo ad spectatoris oculum obversa; XY, Sol; MN charta, qua Solis imago colorata excipiatur; & PT imago ipsa, lateribus ad *u* & *w* rectilineis interque se parallelis, extremitatibus autem P & T in semicirculos desinentibus. Sint denique YKHP & XLIT duo radii: quorum prior, ab inferiori parte Solis ad superiorem partem imaginis proficiscens, interjecto prismate refringitur in punctis K & H; posterior autem a superiori parte Solis ad inferiorem partem imaginis proficiscens, refringitur in punctis L & I. Jam quoniam posuimus, refractiones ex utraque parte prismatis inter se esse æquales: hoc est, refractionem quæ est ad K, ei esse æqualem quæ est ad I; & refractionem ad L, ei æqualem quæ est ad H: ita ut refractiones radiorum ad K & L incidentium simul sumptæ, refractionibus radiorum ad H & I emergentium simul sumptis æquales sint: sequitur, æqualia æqualibus adjungendo, fore ut refractiones itidem ad K & H simul sumptæ, æquales sint refractionibus ad I & L simul sumptis; ac proinde, ut isti duo radii, cum sint æque refracti, eandem inter se post, ac ante, quam refracti fuerint, inclinationem habere debeant; hoc est, inclinationem, quæ, pro Solis diametri longitudine, sit dimidii gradus: etenim ea erat radiorum, ante refringendum, ad se invicem inclinatio. Itaque, his ita positis, longitudo imaginis PT, ex legibus Optices vulgo receptis, subtendere deberet angulum ad prisma, qui esset dimidii gradus: quæ quidem longitudo æqualis foret ipsi latitudini *u w*; & consequenter imago plane rotunda esset. Atque hæc quidem prorsus ita se haberent, si bini isti radii XLIT & YKHP, reliquique omnes ex quibus Imago P*w* T*u* constat, æque essent refrangibiles. Cum igitur e contrario TAB. III.

 trario

trario experientia evincatur, imaginem istam non rotundam esse, sed latitudinem ipsius circiter quinque partibus longitudine superari: omnino radii, qui majori refractione ad superiorem imaginis extremitatem P mittuntur, magis, quam ii qui ad inferius ejusdem extremum T progrediuntur, refrangibiles sint necesse est; nisi ea forte sit refractionis hujusce inæqualitas, quæ casu possit accidere.

Imago ista P T sic erat colorata, ut extremitas ipsius ea, quæ minime refringeretur, T, rubra esset; extremitas autem altera P, quæ maxime refringeretur, violacea; partesque mediæ ex ordine, flavæ, virides, & cæruleæ. Quo quidem amplius firmatur id, quod erat prima propositione comprobandum; nempe, quæ lumina colore different, ea itidem refrangibilitate inter se differre. Longitudinem imaginis in experimentis ante dictis, ab usque extremo & languidissimo colore rubro ex una parte, ad extremum & languidissimum colorem cæruleum ex altera parte, dimensus sum: dempta penumbra quadam, cujus latitudo quadrantem unciæ vix superabat, ut supra dictum est.

Experimentum IV.

TAB. I. FIG. 2. In radio Solis per fenestræ operculi foramen in cubiculum transmisso, interjecto aliquot pedum a foramine intervallo, prisma in manu ea positione tenui, qua axis ipsius ad perpendiculum isti radio objectus esset. Per prisma ita collocatum, inspexi foramen: conversoque hac illac circa axem suum prismate, ut foraminis imago vicibus ascendere & descendere videretur; cum inter duos hosce contrarios motus consistere atque morari imaginem observarem, prisma fixum retinebam, ut refractiones ex utraque parte anguli refringentis, (quomodo in prioribus experimentis factum est,) inter se essent æquales. Per prisma hoc in situ fixum, foramen attentius inspiciens, observabam longitudinem refractæ ipsius imaginis, multis partibus superare latitudinem suam; partemque illius eam, quæ maxime refracta esset, violaceam videri;

quæ

quæ minime, rubram; partesque medias ex ordine, cæruleas, virides, & flavas. Idem plane eveniebat, quum per prisma e lumine Solis remotum, foramen splendore nubium solummodo illuminatum inspicerem. Et tamen, si refractio secundum unam certam (uti vulgo existimatur) sinuum incidentiæ & refractionis proportionem, regulariter efficeretur; refractam istam foraminis imaginem, omnino rotundam apparere oportuisset.

Ex his itaque duobus experimentis apparet, in similibus plane incidentiis notabilem esse refractionum inæqualitatem. Verum unde tandem hæc oriatur inæqualitas; utrum ex eo, quod radiorum incidentium alii magis refringantur, alii minus, idque certa aliqua ac constanti ratione; an vero casu hæc omnia eveniant; an ex eo denique, quod unus idemque radius refractione conturbetur, discutiatur, dilatetur, & diffissus quodammodo in multos divergentes radios diffundatur; in qua sententia erat *Grimaldus*: Hoc quidem ex experimentis ante dictis nondum constat; ex istis autem quæ sequuntur, satis apparebit.

Experimentum V.

Cum igitur ita mecum cogitarem; si Solis imago, qualem in tertio supra experimento descripsi, in speciem istam oblongam producta esset, vel dilatatione cujusque radii, vel alia quavis refractionum inæqualitate, tali, quæ posset casu accidere; fore necessario, ut eadem oblonga imago iterum refracta in latus, jam secunda ista dilatatione radiorum, aut quæcunque fuisset fortuita illa refractionum jam in latus factarum inæqualitas, in latitudinem æque, atque ante in longitudinem, extenderetur: Cum hæc, inquam, mecum cogitarem; succurrit ut experirer, quis esset futurus secundæ hujusmodi refractionis effectus. Hunc itaque in finem, omnibus eodem modo atque in tertio experimento dispositis, prisma alterum proxime post primum situ transverso apposui, quod Solis luminis radium, sibi e primo prismate incidentem, denuo refringeret. A primo prismate hic radius refringebatur sursum versus; a secundo,

ſecundo, in latus. Eventus autem experimenti is erat, ut ſecundi priſmatis refractione latitudo imaginis nihil plane augeretur; ſuperior autem ipſius pars, quæ in primo priſmate maximam paſſa eſſet refractionem, coloremque violaceum & cæruleum exhibuiſſet, eadem in ſecundo priſmate majorem iterum refractionem pateretur, quam inferior ejus pars quæ rubra atque flava viſa fuerat: hocque ſine ulla dilatatione imaginis in latitudinem.

TAB. III. *ILLUSTRATIO.* Sit S, Sol; [*Fig.* 14.] F, foramen in feneſtra; A B C, priſma primum; D H, priſma ſecundum; Y, rotunda imago Solis, directo luminis radio, cum nullum interpoſitum ſit priſma, in parietem projecta; P T, oblonga Solis imago, quam radius per primum ſolum priſma tranſmiſſus, antequam priſma ſecundum apponatur, exhibeat; *p t* autem, imago ea, quæ tranſverſis amborum priſmatum refractionibus effecta ſit. Jam ſi radii, qui ad diverſa rotundæ imaginis Y puncta tendunt, dilatati refractione primi priſmatis ita diffunderentur, ut deinceps non in ſingulis lineis ad ſingula puncta proficiſcerentur, ſed ſinguli radii diffiſſi atque diſcuſſi, jam e radiis linearibus in totidem ſuperficies radiorum a puncto refractionis divergentium, & in eadem cum incidentiæ & refractionis angulis planitie jacentium, commutati eſſent; adeo ut in iſtis planitiebus, ad totidem lineas fere ab uno extremo imaginis P T ad alterum protenſas, ſinguli ferrentur; eaque cauſa eſſet, quamobrem imago oblonga fiat: ſi hæc, inquam, ita ſe haberent; utique iidem radii, eorumque ſingulæ partes, ad diverſa imaginis P T puncta tendentes, iterum jam tranſverſa priſmatis ſecundi refractione dilatari deberent, atque in latus diffundi; adeo ut imaginem quadratam, qualis ad *πτ* depicta eſt, exhiberi eſſent. Quod ut melius atque facilius intelligatur; diſtingue imaginem P T in quinque æquales partes, P Q K, K Q R L, L R S M, M S U N, N U T. Et qua irregularitate lumen rotundum Y, refractione primi priſmatis dilatatum, producatur in imaginem oblongam P T: eadem ratione lumen P Q K, quod ſpatio tum longitudine tum latitudine ſimili plane, atque ipſum Y, continetur; refractione ſecundi priſmatis dilatari debebit,

& in imaginem oblongam *π q k p* produci: Lumen K Q R L itidem, in imaginem oblongam *k q r l*; & lumina L R S M, M S U N, N U T, in totidem alias imagines oblongas, *l r s m*, *m s u n*, *n u t* T, producantur oportebit: quæ quidem omnes imagines oblongæ, imaginem quadratam *π* T conficerent. Atque hæc quidem ita se haberent necessario; si singuli radii refractione dilatati in totidem triangulas radiorum a puncto refractionis divergentium superficies diffunderentur. Etenim secunda refractione radii in unam partem æquè diffunderentur necesse est, ac prima refractione erant diffusi in alteram; eoque pacto imago refractione secunda in latitudinem æque dilataretur, ac priori dilatata erat in longitudinem. Hocque idem omnino accidere deberet, siquo casu fortuito radiorum alii magis, alii minus, refringerentur. Verum enimvero res ipsa longe aliter se habet. Nam prismatis secundi refractione imago P T, non latior facta est, sed obliqua solummodo; quomodo ad *p t* depicta est; superiori ipsius extremo P refractione longius translato, quam inferiori extremo T. Itaque id luminis, quod ad imaginis superius extremum P ferebatur, in secundo prismate (positis æqualibus incidentiis) magis refringebatur, quam id quod ferebatur ad inferius extremum T: hoc est, radii qui erant colore cæruleo & violaceo, plus refringebantur, quam qui rubro erant & flavo; ac proinde magis refrangibiles erant. Istud idem lumen, refractione prioris prismatis, longius, quam reliquum lumen, a loco Y, quo ante refringendum tendebat, translatum fuerat. Quare id tam in primo prismate, quam in secundo, majorem subierat refractionem; & consequenter plus, quam reliquum lumen, refrangibile erat, etiam ante quam in primum prisma incideret.

Aliquando post secundum prisma, tertium apposui, vel etiam quartum; quibus imago sæpius refringeretur in latus. Verum horum omnium experimentorum is unus erat exitus, ut qui radii in primo prismate plus quam reliqui refringebantur, iidem in reliquis prismatibus plus itidem refringerentur: idque sine ulla imaginis dilatatione in latus. Quamobrem isti radii, eo quod certa ac constanti ratione plus quam reliqui refringantur, merito

rito appellari possunt *magis refrangibiles.*

Sed ut hoc experimentum quo spectet, clarius appareat; concipiendum est radios, qui sint æque refrangibiles, eos omnes in circulum unum incidere, qui Solis globo respondeat. Id enim jam ante in tertio experimento probavimus. Circulum autem cum dico, non id hic ita intelligendum velim, ac si circulum perfectum & geometricum dicerem: sed figuram quamlibet orbicam intelligo, cujus longitudo ac latitudo sint inter se æquales, quæque ad sensum possit circulus videri. Sit igitur TAB. III. A G [*Fig.* 15.] circulus, quem radii maxime refrangibiles, quotquot e toto Solis globo fluunt, unum universi, si soli essent, illuminarent & in opposito pariete depingerent: similiter E L, circulus quem universi radii minime refrangibiles, si & ipsi itidem soli essent, eodem modo illuminarent: denique B H, C I, D K, circuli quos totidem media radiorum genera super parietem ordine depingerent, si suo singula ordine, interceptis reliquis omnibus, e Sole propagarentur. Finge porro alios innumeros circulos interjectos, quos alia innumera media radiorum genera suo singula ordine in pariete depingerent, si seorsum e Sole singula ordine emitterentur. Et quoniam revera hæc omnia radiorum genera e Sole simul emittuntur, liquebit necessum fore, ut ea omnia uno eodemque tempore emissa, innumeros circulos inter se æquales illuminent atque depingant; ex quibus universis, in ordinem continuum pro sua cujusque refrangibilitate collocatis, imago ista oblonga P T, quam ante in tertio experimento descripsimus, composita sit. Quod si jam TAB. III. ita comparata esset rotunda illa Solis imago Y, [*Fig.* 14. & 15.] quæ a radio luminis nondum refracto depingitur; ut vel dilatatione aliqua radiorum singulorum, vel alia quavis fortuita in priori prismate refractionis inæqualitate, produceretur in oblongam istam imaginem P T: utique eadem ratione, singuli istius imaginis circuli A G, B H, C I, *&c.* transversa secundi prismatis refractione radios iterum dilatante aut quovis alio modo (ut prius) dispergente, deberent similiter protendi & in figuram oblongam immutari: quo pacto imago P T jam in latitudinem

tudinem æque extenderetur, ac imago Y refractione primi prismatis producta erat ante in longitudinem: & consequenter refractionibus amborum prismatum, omnino effingi deberet imago quadrata, qualem ante descripsi, *p π τ* T. Cum igitur e contrario, latitudo imaginis P T non augeatur refractione ea quæ fit in latus; liquet radios ea refractione non diffindi, nec dilatari, nec ulla alia ratione, quæ possit casu accidere, dispergi; sed unumquemque circulum regulari & uniformi refractione, integrum alio transferri; exempli gratia, circulum A G refractione maxima transferri ad *a g*; circulum B H, refractione minori, ad *b h*; circulum C I, refractione adhuc minori, ad *c i*; & reliquos simili proportione; atque hoc pacto novam imaginem *p t*, ad priorem P T aliquantum inclinatam, ex circulis similiter in recta linea ordine dispositis componi. Quos quidem circulos, eadem esse magnitudine, atque primos, necesse est; quia latitudines omnium imaginum, Y, P T & *p t*, quando æqualibus intervallis a prismatibus distant, sunt inter se æquales.

Observabam præterea, ex latitudine foraminis F, per quod lumen in cubiculum tenebricosum transmittitur, penumbram oriri in circuitu imaginis Y; eamque penumbram, in rectilineis imaginum P T & *p t* lateribus, usque manere. Collocavi igitur in isto foramine lentem, sive vitrum objectivum telescopii; quod Solis imaginem distincte sine ulla penumbra in Y projiceret. Ex quo effectum est, ut ea etiam penumbra, quæ rectilineis imaginum oblongarum P T & *p t* lateribus adhærserat, penitus sublata fuerit; eaque latera tam distinctis terminis definita apparerent, quam ipse primæ imaginis Y circuitus. Atque hæc quidem ita se habebunt; si vitrum, ex quo prismata constant, venulis sit immune, prismatumque facies accurate planæ sint, & perpolitæ, sine rasuris istis undatim curvis, quæ innumeræ ex parvis foraminibus ab arena restantibus, & stanni usti politura detritis aliquantulum ac complanatis, oriri solent. Quinimo, si vitrum politum solummodo, & venulis immune; facies autem prismatum non accurate planæ sint, sed, ut fit, convexæ aliquantulum aut concavæ; nihilo tamen minus fieri potest, ut tres

istæ imagines Y, PT, & *pt*, penumbris careant: at non in æqualibus a prismatibus distantiis. Jam vero ex eo, quod nullæ penumbræ apparerent, hoc certo certius colligebam; circulorum ante dictorum unumquemque, admodum regulari aliqua, uniformi, & certa ac constanti ratione refractum fuisse. Nam si fortuita ulla refractionis fuisset inæqualitas; nullo modo fieri potuisset, ut lineæ rectæ AE & GL, quas singuli imaginis PT circuli tangunt, transferrentur ea refractione in lineas *ae* & *gl*, quæ ipsæ usque distinctæ & rectæ æque forent, ac fuerant priores AE & GL: sed omnino in istis lineis e loco in locum translatis, penumbra quædam aut curvatura undulata, aut alia aliqua manifesta perturbatio, necessario oriretur; contra quam experientia compertum est. Quamcunque penumbram aut perturbationem transversa prismatis secundi refractio, forte in circulis, ex quibus imago composita est, effecerit; ea omnis penumbra aut perturbatio, in lineis rectis *ae* & *gl*, quas isti circuli tangunt, conspiceretur necesse est. Quamobrem, cum in istis lineis rectis nulla sit hujusmodi penumbra aut perturbatio; utique nec in ipsis circulis ulla est. Cum intervallum, quo istæ tangentes inter se distant, hoc est, latitudo imaginis, refractionibus non augeatur; consequens est, neque circulorum diametros auctas esse. Cum istæ tangentes, adhuc lineæ rectæ sint; utique singuli circuli qui a priori prismate magis minusve refracti fuerint, iidem accurate eadem proportione magis minusve refracti sunt a secundo. Denique cum hæc omnia adhuc eodem modo eveniant, si usque tertio vel etiam quarto adjecto prismate, radii iterum atque iterum refringantur in latus; liquet radios unius ejusdemque circuli, universos inter se homogeneos esse; eorumque refrangibilitatem semper unius modi esse, suique plane consimilem; radios autem diversorum circulorum, refrangibilitate inter se differre; idque certa aliqua ac constanti proportione. Quod erat mihi comprobandum.

Restat adhuc unum alterumve hujus experimenti adjunctum, quo id adhuc clarius certiusque effici possit. Collocetur secundum prisma DH, [*Fig.* 16.] non proxime post primum, sed inter-

TAB. III.

interjecto aliquo intervallo; puta in medio spatii, quod primum prisma & parietem, quo oblonga imago P T excipiatur, interjacet: adeo ut lumen e primo prismate incidat in secundum jam oblonga facta imago $\pi\tau$, huic secundo prismati parallela; indeque refringatur in latus, ut imaginem oblongam pt in pariete depingat. His enim ita dispositis, invenies, ut prius, imaginem pt inclinatam aliquantum ad eam imaginem P T, quam primum solum prisma, sublato secundo, exhibet. Etenim cæruleæ ipsorum extremitates P & p longius inter se distabunt, quam extremitates rubræ T & t: consequenter, qui radii maximam in primo prismate refractionem passi, ad cæruleum extremum π imaginis $\pi\tau$ proficiscuntur, eosdem iterum in secundo prismate, plus quam reliquos, refractos, observabis.

Rem eandem iterum hoc modo expertus sum. Per duo parva rotunda foramina F [*Fig.* 17.] & φ in fenestræ operculo pertusa, lumen Solis in cubiculum tenebricosum immisi; appositisque ad bina ista foramina prismatibus singulis A B C & $\alpha\beta\gamma$ inter se parallelis, binos luminis radios in oppositum cubiculi parietem ita refringendo projeci, ut binæ coloratæ imagines P T & M N in parietem depictæ, interjunctis in directum extremitatibus, in una eademque linea recta jacerent; extremo rubro T unius imaginis, & extremo cæruleo M alterius, se inter se contingentibus. Cum enim bini isti refracti radii, adposito in transversum tertio prismate D H, iterum refringerentur in latus; imaginesque eo pacto in aliam partem parietis transferrentur; puta imago P T ad pt, & imago M N ad mn: hæ imagines jam alio translatæ pt & mn, non amplius interjunctis in directum extremitatibus in una eademque, ut prius, linea recta jacebant; sed disjunctæ erant, & inter se factæ parallelæ. Quippe cæruleum extremum m imaginis mn, majori refractione longius transferebatur e loco suo M T; quam rubrum extremum t alterius imaginis pt, ab eodem loco M T. Ex quo efficitur, ut hæc propositio nullam amplius dubitationem habeat, aut disputandi locum. Porro idem erit experimenti exitus, sive tertium prisma D H proxime TAB. IV.

 post

post bina priora, sive majori interjecto intervallo, collocetur; ut lux in binis prioribus prismatibus refracta, in tertium incidat vel alba & circularis, vel colorata & oblonga.

EXPERIMENTUM VI.

Cum in duabus tabulis ligneis tenuioribus, foramina rotunda $\frac{1}{4}$ unciæ lata incidissem, inque fenestræ operculo foramen fecissem multo amplius, per quod largior Solis luminis radius in cubiculum tenebricosum transmitteretur: in isto radio, post fenestræ operculum, prisma collocavi, quo lumen in parietem oppositum refringeretur: & proxime post istud prisma, tabularum alteram ita erectam statui, ut luminis refracti pars media per foramen ipsius transmitteretur; reliquum autem lumen ex utraque parte foraminis interciperetur. Tum, interjecto circiter duodecim pedum intervallo, tabulam alteram ita erexi, ut pars media ejus refracti luminis, quod per tabulæ prioris foramen transmissum, in parietem oppositum incideret, jam per foramen hujus secundæ tabulæ itidem transmitteretur; reliquum autem lumen ex utraque parte foraminis interceptum, in hac secunda tabula coloratam Solis imaginem depictam exhiberet. Et proxime post hanc secundam tabulam prisma alterum collocavi, quo lumen per hujus foramen transmissum iterum refringeretur. Deinde ad fenestram reversus, prismate priori circa axem suum lente hac illac converso efficiebam, ut imago in tabula secunda depicta sursum deorsum super ligno moveretur, quo singulæ ipsius partes per tabulæ istius foramen ex ordine transmissæ, in prisma posterius inciderent. Quod dum fieret, notavi loca ea in opposito pariete, ad quæ id lumen, postquam in secundo prismate refractum esset, ferretur. Et ex locorum istorum differentia, rem ita se habere comperi, ut qui radii a primo prismate maxime refracti ad cæruleam imaginis extremitatem ferebantur, iidem iterum a secundo prismate plus, quam id luminis quod ad rubram ejusdem imaginis extremitatem ferretur, refringerentur. Qua quidem observatione tam

tam prima propositio, quam secunda, comprobatur. Hocque idem contigit, sive axes duorum prismatum inter se essent paralleli, sive tum ad se invicem tum ad horizontem quovis dato angulo inclinarentur.

ILLUSTRATIO. Sit F [*Fig.* 18.] foramen majusculum in fenestræ operculo, per quod Solis lumen transmittatur ad primum prisma A B C: incidatque refractum lumen, in mediam partem tabulæ D E; istiusque luminis pars media, in foramen G. Lumen per id foramen transmissum, incidat deinceps in mediam partem secundæ tabulæ *d e*, ibique oblongam coloratam Solis imaginem talem, qualem in tertio supra experimento descripsimus, depingat. Ista imago, converso lente hac illac circa axem suum prismate A B C, movebitur sursum deorsum in tabula *d e*; eoque pacto fieri poterit, ut singulæ ipsius partes per tabulæ illius secundæ foramen *g* ordine transmittantur. Interea aliud prisma *a b c* post istud foramen *g* collocandum est; quo lumen per id foramen transmissum, denuo refringatur. His ita dispositis, notavi in opposito pariete loca M & N, in quæ lumen refractum incideret: eaque observatione rem ita se habere comperi, ut dum binæ tabulæ & prisma secundum fixa immotaque manerent, ista loca, converso circa axem suum primo prismate, assiduo mutarentur. Etenim cum pars inferior ejus luminis, quod in secundam tabulam *d e* incidebat, transmitteretur per foramen *g*; pergebat ea ad inferiorem in pariete locum M: cum autem superior pars ejusdem luminis, per foramen *g* transmitteretur; pergebat ea ad superiorem in pariete locum N: cumque media aliqua pars ejusdem luminis per idem foramen transmitteretur: pergebat ea ad locum aliquem in pariete medium inter M & N. Quoniam foraminum in tabulis positio nihil mutabatur: utique radiorum in secundum prisma incidentia, in hisce omnibus casibus, una atque eadem fuit. Attamen una eademque cum esset omnium incidentia; alii radiorum magis refringebantur, alii minus. Quique in priori prismate majori refractione longius e via detorti fuerant; iidem in hoc secundo prismate iterum magis refracti sunt: Ac proinde, quum certa ac constanti ratione TAB. IV.

ratione plus, quam reliqui, refringantur; merito appellari possunt *magis refrangibiles.*

Experimentum VII.

Ad bina foramina in fenestræ operculo, parvo intervallo inter se distantia, prismata singula apposui; quibus duæ oblongæ & coloratæ Solis imagines in opposito pariete (quomodo in tertio supra experimento factum est) depingerentur. Tum ante parietem, parvo spatio interjecto, chartam longam & exilem, lateribus rectis interque se parallelis, collocavi: & tum prismata tum chartam ita disposui, ut color ruber unius imaginis directo in unam partem dimidiam chartæ incideret, & color violaceus alterius imaginis directo in alteram partem dimidiam ejusdem chartæ: adeo ut charta ista bicolor videretur, rubra & violacea; simili fere ratione, ac charta illa in experimentis primo & secundo, quam colore rubro atque indico infeceram. Deinde parietem, qui post chartam erat, panno nigerrimo obtexi; nequid luminis inde reflecteretur, quo experimentum posset interturbari. Quibus ita dispositis; chartam per tertium prisma ipsi parallelum inspiciens, observabam dimidiam ipsius partem eam, quæ erat lumine violaceo illustrata, abruptam majori refractione, & quasi reliqua charta abscissam videri; præsertim cum eam e longinquo inspicerem. Cum enim nimis e propinquo inspiciebam; chartæ dimidia non jam penitus inter se disjuncta videbantur, sed angulo uno cohærentia; ut faciebat charta bicolor in primo experimento. Quod idem tum quoque accidebat, cum forte charta uterer nimium lata.

Interdum, chartæ loco, filo albo usus sum: idque, cum per prisma inspiceretur, in duo fila inter se parallela divisum videbatur: quomodo in schemate 19^no^ depictum est; ubi DG [*Fig.* 19.] repræsentat filum illuminatum lumine violaceo a D ad E, & lumine rubro ab F ad G; *de* autem, & *fg*, sunt fili dimidia per prisma refractione inspecta. Si alterum fili dimidium colore rubro perpetuo illuminetur, alterum autem coloribus omnibus ex

TAB. IV.

ordine:

ordine: (quod facile fieri poteſt, efficiendo ut, priſmatum altero manente immoto, alterum circa axem ſuum convertatur:) jam filum per priſma ita ſe inſpiciendum exhibebit, ut dimidium ipſius id, quod erat omnibus ex ordine coloribus illuminandum, quum colore rubro illuminatum ſit, in eadem linea recta cum altero ejuſdem dimidio, eique in directum appoſitum videatur; quum autem colore aureo illuminatum ſit, tum ſeparari aliquantillum; quum colore flavo illuminatum ſit, ſeparari paulo longius; quum colore viridi, adhuc longius; quum cæruleo, adhuc longius; quum indico, etiam adhuc longius; quum violaceo ſaturo, longiſſime omnium. Ex quo clariſſime apparet, lumina variorum colorum varia eſſet refrangibilitate: idque eo ordine, ut color ruber omnium minime refrangibilis ſit, reliqui autem colores, aureus, flavus, viridis, cæruleus, indicus, violaceus, gradatim & ex ordine magis magiſque refrangibiles. Quo quidem tam prima propoſitio, quam ſecunda, comprobatur.

Porro, coloratas imagines PT & MN, [*Fig.* 17.] refractionibus binorum priſmatum in cubiculo tenebricoſo depictas, ita diſpoſui, ut interjunctis extremitatibus, quomodo in quinto ſupra experimento expoſitum eſt, in directum in eadem linea recta jacerent: tumque eas per tertium priſma longitudini ipſarum parallelum inſpiciens, obſervabam eas non jam amplius in linea recta inter ſe continentes, ſed plane diſruptas videri; quomodo ad *pt* & *mn* depictæ ſunt: Quippe violaceum extremum *m* imaginis *mn*, majori refractione longius e loco ſuo priori MT tranſlatum eſt, quam rubrum extremum *t* alterius imaginis *pt*. TAB. IV.

Alio tempore, duas iſtas imagines PT [*Fig.* 20.] & MN ita diſpoſui, ut, rubro utriuſque extremo in alterius extremum cæruleum incidente, contrario colorum ſuorum ordine in unum ambæ conjungerentur; quomodo in oblonga figura PTMN depictæ ſunt. Tumque eas per priſma DH longitudini ipſarum parallelum inſpiciens, obſervabam eas non jam amplius in unum conjunctas, ut cum nudis oculis aſpicerentur, videri; ſed tan- TAB. IV.

quam duas inter ſe diverſas imagines *pt* & *mn*, in formam crucis decuſſatæ tranſverſas jacere. Ex quo apparet colorem rubrum unius imaginis & violaceum alterius, qui ad P N & M T in unum conjuncti fuerant, diſtractos jam majori refractione coloris violacei ad *p* & *m* quam rubri ad *n* & *t*, differre inter ſe refrangibilitate.

Illuminabam etiam parvum circulum chartaceum album, luminibus amborum priſmatum intermixtis. Cumque is colore rubro unius imaginis, & violaceo alterius, ita eſſet illuminatus, ut ex colorum iſtorum admixtione totus purpureus videretur; inſpiciebam eum per tertium priſma, primum parvo, dein majori intervallo interjecto. Et pro eo, ut a charta longius diſcedebam, imago ipſius per priſma inſpecta, inæquali duorum colorum intermixtorum refractione paulatim diſtrahebatur; tandemque in duas diſtinctas imagines plane diviſa eſt, alteram rubram, violaceam alteram, quarum ea, quæ erat violacea, longius, quam rubra, ab ipſa charta diſtabat; & conſequenter majorem paſſa fuerat refractionem. Cum porro priſmatum in feneſtra poſitorum illud, quo lumen violaceum in chartam projectum fuerat, ſublatum eſſet; imago violacea e conſpectu ſe continuo ſubripuit: e contrario, cum alterum priſma ſublatum eſſet, imago rubra evanuit. Ex quo apparet duas haſce imagines nihil aliud fuiſſe, quam lumina binorum priſmatum ſuper chartam purpuream primo intermixta, deinde autem inæqualibus ſuis refractionibus in tertio priſmate, per quod charta inſpiceretur, iterum ſeparata. Illud etiam notatu erat digniſſimum: ſi priſmatum, quæ erant ad feneſtram, alterutrum, puta id quo lumen violaceum in chartam projectum erat, ita circa axem ſuum converteretur, ut colores ſinguli, violaceus, indicus, cæruleus, viridis, flavus, aureus & ruber, ab iſto priſmate in chartam ex ordine projicerentur; imago violacea colorem ſuum congruenter immutabat, ſeque in colorem indicum, cæruleum, viridem, flavum & rubrum, ordine convertebat; & pro eo ut colorem ſuum mutabat, appropinquabat paulatim ad imaginem rubram ab altero priſmate projectam; donec, quum ipſa tandem rubra

rubra itidem evaderet, ambæ in unum plane conjungebantur.

Adhæc, duos circulos chartaceos, parvo admodum intervallo inter se distantes, ita collocavi, ut in unum eorum, lumen ex uno prismate rubrum; & in alterum, lumen ex altero prismate cæruleum, incideret. Circuli isti, diametro uncias singulas continebant: & post eos, paries nigro panno obtectus erat; ne quid luminis inde reflecteretur, quo experimentum posset interturbari. Circulos hoc modo illuminatos per prisma inspexi ita collocatum, ut refractio fieret versus eam partem, ubi circulus ruber esset positus. Et pedetentim retrocedens, circulos istos pro eo, ac ipse gradum referrem, ad se invicem paulatim appropinquare, tandemque in unum plane coire videbam: cumque deinceps adhuc longius recederem, illi in partes contrarias, ac prius, distrahebantur; quippe circulus violaceus majori refractione rubrum prætervectus, etiam ulterius ferebatur.

EXPERIMENTUM VIII.

Tempore æstivo, cum lumen Solis fortissimum esse solet, prisma ad fenestræ operculi foramen, sicuti in tertio ante experimento feceram, collocavi; ita tamen, ut axis prismatis parallelus esset axi terræ: & ad oppositum parietem, in refracto Solis lumine, librum apertum statui. Tum intervallo sex pedum duarumque unciarum a libro, lentem supra memoratam erexi; qua lumen a libro reflexum, simili iterum sex pedum duarumque unciarum intervallo ultra lentem in unum colligeretur; ibique libri imaginem in chartæ albæ plagula sic, quomodo fere in secundo supra experimento factum est, depingeret. Quibus ita dispositis; lenteque ac libro, ne loco moverentur, fixis; notavi accurate quo in loco chartæ albæ plagula tum esset posita, cum literæ in libro impressæ, rubro intensissimo solaris imaginis in librum incidentis lumine illustratæ, sui imagines in charta ista quam distinctissime depictas exhiberent. Deinde expectans, donec motu Solis, & conse-

quenter motu imaginis libro exceptæ, colores omnes a rubro illo ad usque medium cæruleum super literas easdem transirent: cum literas istas colore cæruleo viderem illuminatas, notavi iterum quo in loco charta alba jam posita esset, quum literæ cæruleo lumine illustratæ, sui imagines in eadem quam distinctissimas depingerent: inveniqne chartam jam unciarum circiter $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$ intervallo, propius, quam ante, a lente abesse. Quare eo intervallo, quod est unciarum $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$, lumen id, quod erat violaceum imaginis extremum, citius propter majorem refractionem, quam id quod erat rubrum ejusdem extremum, coactum & in unum collectum est. Verum in hoc experimento capiendo, id præcipue mihi agendum duxi, ut cubiculum, quam posset maxime, tenebricosum esset factum. Si enim adventitii ullius luminis admixtione, colores isti languidiores dilutioresque fiant; jam minori intervallo inter se distabunt foci ante dicti. In secundo experimento, ubi colores ii adhibebantur, qui erant corporum naturalium; horum focorum intervallum, propter colorum istorum imperfectionem, sesqui-unciam non excedebat. In hocce autem experimento, ubi colores prismatis adhibebam, qui manifesto largiores, clariores, & saturatiores sunt, quam colores corporum naturalium; id intervallum erat unciarum $2\frac{3}{4}$. Quod si adhuc largiores vividioresque colores adhiberi possent; nihil dubito, quin id intervallum multo adhuc majus esset futurum. Etenim coloratum prismatis lumen, cum propter circulorum supra in secundo experimenti quinti schemate descriptorum permixtionem, tum propter luminis nubium prope Solem clariorum se plerunque intrudentis accessionem, radiosque insuper fortuitis faciervm prismatis inæqualitatibus undique dispersos & coloribus sese intermiscentes; propter has, inquam, causas, coloratum prismatis lumen adeo erat compositum, ut colorum istorum fuscorum nubilorumque, indici & violacei, imagines in charta depictæ, debiliores minusque distinctæ fuerint, quam ut satis accurate observari possent.

EXPE-

EXPERIMENTUM IX.

Prisma, cujus bini anguli ad basim æquales inter se semirectique essent, tertius autem rectus; collocavi in Solis luminis radio per fenestræ operculi foramen, sicuti in tertio supra experimento dictum est, in cubiculum tenebricosum transmisso. Conversoque lente circa axem suum prismate, donec id omne lumen, quod initio per alterum angulorum ejus transmissum in eoque refractum fuerat, mox a basi, qua usque adhuc e vitro exierat, reflecti cœperit; observabam radios, qui maxime refracti fuissent, eosdem citius quam reliquos reflecti. Quocirca mecum ita reputabam; radiorum reflexi luminis, qui maxime essent refrangibiles, eos omnium primos totali reflexione copiosiores in isto lumine quam reliquos adesse; reliquos autem deinceps, totali itidem reflexione, æque, ac hos, copiosos reflecti. Ut hoc, utrum ita se haberet, necne, experirer; lumen reflexum per aliud deinceps prisma ita trajeci, ut in eo refractum, incideret deinde in chartæ albæ plagulam post id prisma interjecto aliquo intervallo collocatam; ibique, ut solet, colores refractione depingeret. Tum converso circa axem suum, uti supra dictum est, priori prismate; rem ita se habere comperi, ut cum radii illi, qui in isto priori prismate maxime refracti fuissent, cæruleique & violacei visi essent, ex toto reflecti cœperint; lumen super charta cæruleum & violaceum, quod itidem in secundo prismate maxime refractum fuerat, manifesto plus augeri videretur, quam rubrum & flavum quod minus refractum fuerat: & deinde, cum reliquum lumen, quod erat viride, flavum, & rubrum, cœperit in primo prismare in totum reflecti; lumen itidem eorundem colorum super charta, accessionem sibi faceret non minorem, quam ante sibi fecissent cæruleum & violaceum. Ex quo apparet, radium istum luminis, basi prismatis reflexum; quum primo radiorum maxime refrangibilium, & deinde eorum qui fuerint minus refrangibiles, accessione auctus sit; utique compositum

esse ex radiis diverse refrangibilibus. Tale autem omne reflexum lumen, quin ejusdem plane naturæ sit ac id quod directo e Sole fluxerat antequam in basin prismatis incideret, nemo est qui dubitet: quippe in hoc fere omnes conveniunt, lumen istiusmodi reflexionibus nullam omnino modificationum suarum proprietatumve subire mutationem. Refractionum, quæ in faciebus prioris prismatis fieri potuissent, nullam hic mentionem habeo; quia radii in priorem faciem ad perpendiculum ingressi, & ad perpendiculum itidem egressi e secunda, non fuerunt refracti. Cum igitur Solis lumen incidens, ejusdem plane generis ejusdemque naturæ sit, ac lumen e prismate post reflexionem emergens; lumenque emergens, e radiis diverse refrangibilibus manifesto compositum sit; utique efficitur, ut lumen incidens similiter compositum fuerit.

TAB. IV. *ILLUSTRATIO.* In schemate 21^mo^, A B C est primum prisma; B C, ejus basis; B & C, anguli ad basim inter se æquales, graduum quadragenum quinum; A, rectangulus ejusdem vertex; F M radius solis, per foramen F tertia unciæ parte latum, in cubiculum tenebricosum transmissus; M, punctum incidentiæ ipsius in basim prismatis; M G, radius minus refractus; M H, radius magis refractus; M N, radius luminis a basi reflexus; V X Y, alterum prisma, quo lumen inter transeundum refringitur; N *t*, luminis hujusce pars minus refracta; & N *p*, ejusdem pars magis refracta. Quum primum prisma A B C convertitur circa axem suum eam in partem, quam denotat ordo literarum A B C; radii M H magis magisque oblique ex isto prismate emergunt, donec, postquam qua potuerint summa obliquitate emerserunt, reflectuntur tandem ad N; indeque ad *p* pergentes, adjungunt se ad radios N *p*. Deinde, continuando prismatis primi motum, radii M G itidem reflectuntur ad N; & accessionem adferunt ad radios N *t*. Quare lumen M N recipit in sui compositionem, primo radios maxime refrangibiles, deinde eos etiam qui sint minus refrangibiles. Nihilo tamen minus, postquam ita compositum sit, adhuc ejusdem plane naturæ est ac directa Solis lux F M; quippe in qua reflexio basis specularis B C, nullam effecerit mutationem.

EXPE-

EXPERIMENTUM X.

Bina prismata, forma atque magnitudine consimilia, ita colligavi, ut, axibus lateribusque inter se ex opposito parallelis, parallelopipedon conficerent. Id parallelopipedon, in radio Solis per parvum fenestræ operculi foramen in cubiculum tenebricosum transmisso, interjecto aliquo intervallo, ea positione collocavi, qua prismatum axes radiis incidentibus objecti essent ad perpendiculum; radiique incidentes in primam faciem unius prismatis, & transmissi per binas contiguas facies amborum prismatum, emergerent tandem ex ultima facie posterioris prismatis. Hæc ultima facies, cum parallela esset primæ faciei prioris prismatis, effecit ut lumen emergens atque incidens inter se essent parallela. Tum, post bina ista prismata, tertium collocavi; quo lumen e prioribus emergens refringeretur; eaque demum refractione colores, uti fieri solet, in opposito pariete, vel in chartæ albæ plagula modico ultra id prisma intervallo ad excipiendum lumen refractum collocata, depingerentur. His ita dispositis, Parallelopipedon lente circa axem suum convertebam. Cumque contiguæ binorum prismatum facies, radios sibi incidentes jam adeo oblique exciperent, ut radii isti in totum reflecti cœperint: radii, qui in tertio prismate maxime refracti fuerant, chartamque colore violaceo & cæruleo infecerant, iidem jam omnium primi reflexione totali e lumine transmisso tollebantur: dum reliqui adhuc transmitterentur, coloresque, ut antea, viridem, flavum, aureum & rubrum, in charta depictos exhiberent: Postea autem, continuato binorum prismatum inter se colligatorum motu, reliqui itidem radii reflexione totali, pro sua cujusque refrangibilitate, ordine tollebantur. Itaque lumen, quod e binis prismatibus emersit, compositum erat ex radiis diverse refrangibilibus: quippe e quo radii magis refrangibiles, manentibus adhuc iis qui minus refrangibiles sint, tolli potuerint. Jam vero id lumen, cum per parallelas solummodo binorum prismatum facies trajectum fuerit; siquam ex unius superficiei refractione mutationem id subiisse fingas; at illam omnem quæcunque

cunque est impressionem, jam ex contraria alterius superficiei refractione deposuerit oportet; eoque pacto in pristinum suum statum restitutum esse necesse est; ejusdemque omnino naturæ, ac antequam in ista prismata incideret, jam esse factum. Sequitur igitur, id lumen, etiam antea, æque ac post, quam in prismata incideret, ex radiis diverse refrangibilibus compositum fuisse.

TAB. IV. *ILLUSTRATIO.* In schemate 22^do^ ABC & BCD sunt bina prismata, in parallelopipedi formam colligata; lateribus BC & CB contiguis; lateribus autem AB & CD inter se parallelis. Et HIK est tertium prisma, quo Solis lumen, in cubiculum tenebricosum per foramen F immissum, & deinceps per binorum prismatum facies AB, BC, CB & CD trajectum, refringitur demum in O ad chartam albam PT, super qua partim ad P majori refractione, partim ad T minori refractione, & partim ad R aliaque media loca refractionibus intermediis fertur. Jam convertendo parallelopipedon ACBD circa axem suum eam in partem, quam denotat ordo literarum A, C, D, B: efficietur ut quum facies contiguæ BC & CB, radios FM, sibi in M incidentes satis jam oblique excipiant; evanescant continuo e lumine refracto OPT, primo radii maxime refracti OP, (reliquis OR & OT adhuc, ut prius, manentibus;) deinde radii OR reliquique mediocriter refracti, & postremo radii minime omnium refracti OT. Etenim cum facies BC radios sibi incidentes satis jam oblique excipiat; radii isti inde ex toto reflecti incipient ad N; idque ea lege, ut radii maxime refrangibiles omnium primi in totum reflectantur, (quomodo in superiori ante experimento expositum est,) & consequenter primi ad P evanescant necesse sit; reliqui autem, quo ordine in totum reflectuntur ad N, eodem ordine ad R & T evanescant. Itaque radii qui in prismate O maxime refringuntur, tolli possunt e lumine MO, dum reliqui adhuc supersunt: ac proinde id lumen MO, compositum est ex radiis diverse refrangibilibus. Et quoniam facies AB & CD inter se parallelæ sunt; & consequenter æqualibus & contrarias in partes factis refractionibus suos ipsarum

invicem

invicem effectus, quicunque ii fuerint, destruant retexantque necesse est: utique lumen incidens F M, necessario ejusdem generis ejusdemque naturæ erit, ac lumen emergens M O; & proinde ipsum itidem ex radiis compositum erit diverse refrangibilibus. Duo ista lumina F M & M O, antequam radii maxime refrangibiles e lumine emergente M O separentur, tum colore tum reliquis omnibus, quantum ego quidem observare potuerim, proprietatibus inter se plane conveniunt. Merito igitur ejusdem esse generis ejusdemque naturæ existimentur: & proinde ambo consimili ratione sunt composita. Verum simul ac primum radii maxime refrangibiles ex toto reflecti cœperint, eoque pacto a lumine emergente M O separari; id lumen continuo colorem suum immutat; albumque cum esset, jam dilutius fit primo & subflavum, deinde aureum, postea rubrum saturatius, & postremo penitus evanescit. Nam postquam radii maxime refrangibiles, qui chartam ad P colore purpureo infecerant, e lumine M O totali reflexione sublati sunt; reliqui colores super charta ad R & T, permixti in lumine M O, conficiunt jam in isto radio colorem subflavum. Cum porro radii cærulei & ex parte etiam virides, qui super charta inter P & R visi fuerant, sublati sunt; reliqui inter R & T (hoc est, flavi, aurei, rubri, & viridium nonnulli,) permixti in lumine M O, conficiunt jam in isto radio colorem aureum. Cum denique, reliquis omnibus reflexione e lumine M O sublatis, radii minime refrangibiles, qui ad T colore rubro saturatiori apparuerant, soli supersunt; horum radiorum jam idem plane color est in lumine M O, qui fuerat eorundem super charta in T: quippe refractio prismatis H I K id solummodo effecerit, ut radii diverse refrangibiles a se invicem separarentur, nequaquam autem ut colores ipsorum ullo modo mutarentur; id quod infra uberius comprobabitur. Quibus omnibus observationibus tam prima propositio, quam secunda, confirmatur.

SCHOLIUM. Si hoc & superius experimentum in unum conjungantur, adhibendo quartum prisma V X Y, [*Fig.* 22.] TAB. IV.

F quo

quo radius reflexus MN refringatur ad *tp*; clarius adhuc sequetur id, quod erat inferendum. Etenim hoc pacto id luminis N*p*, quod in quarto prismate plus quam reliquum lumen refringitur, clarius & illustrius tum efficietur, cum lumen OP, quod in tertio prismate HIK itidem maxime refractum est, evanescet ad P. Postea autem, cum lumen minus refractum OT evanescet ad T, lumen minus refractum N*t* similiter augebitur; dum lumini magis refracto, quod est ad *p*, nulla amplius adferatur accessio. Et sicut radius trajectus MO, inter evanescendum semper eum colorem habet, qui ex colorum in chartam PT incidentium permixtione oriri debeat: ita radius reflexus MN, semper eum colorem habebit, qui oriri debeat ex illorum colorum permixtione, qui incidant in chartam *pt*. Quando enim radii maxime refrangibiles e lumine trajecto MO totali reflexione sublati sunt, indeque illud lumen coloris aurei evadit: nimia radiorum istorum exinde in lumine reflexo admixta proportio efficit, non modo ut colores violaceus, indicus, & cæruleus, qui sunt ad *p*, densiores clarioresque fiant; verum etiam ut radius MN, amisso colore illo subflavo, qui est Solis luminis color, alborem jam induat ad cæruleum accedentem: Qui tamen idem radius subflavum suum colorem iterum recuperet, simul ut reliquum luminis transmissi MOT itidem reflectatur.

Quoniam igitur in hac tanta experimentorum varietate: sive lumen adhibeatur reflexum; idque vel a corporibus naturalibus, ut in experimentis primo & secundo; vel specularibus, ut in nono: sive lumen adhibeatur refractum; idque vel antequam radii inæqualiter refracti divergendo a se invicem separentur, amissaque ea qua erant universi albitudine, suum jam singuli colorem exhibeant, ut in quinto experimento; vel postquam a se invicem separati sunt coloratique videntur, ut in sexto, septimo, & octavo: sive lumen adhibeatur trajectum per superficies inter se parallelas, quæ suos ipsarum effectus, quicunque ii sint, invicem retexant, ut in experimento decimo: Quoniam, inquam, in hisce omnibus experimentis, semper

inveniuntur

inveniuntur radii, qui in iisdem incidentiis super unum idemque medium inæqualiter refringantur; idque sine ulla disfissione aut dilatatione radiorum singulorum, ullave refractionum inæqualitate tali, quæ possit casu accidere, ut in experimentis quinto & sexto probavimus: Et quoniam radii, qui inter se refrangibilitate differunt, secerni invicem & segregari possunt; idque vel refractione, ut in tertio experimento; vel reflexione, ut in decimo; tumque varia seorsum radiorum genera, iisdem positis incidentiis, inæqualiter refringuntur; quique ante separandum plus cæteris refringebantur radii, iidem plus etiam postea refringuntur, ut in sexto & sequentibus experimentis; &, si Solis lumen per tria plurave prismata sibi invicem in transversum posita ex ordine refringatur, qui radii in primo prismate plus quam reliqui refracti fuerint, iidem in cæteris quoque omnibus prismatibus consimili proportione plus quam reliqui iterum refringentur; ut ex quinto experimento liquet: Ex his, inquam, omnibus abunde apparet, Solis lumen heterogeneam esse radiorum mixturam, quorum alii magis, alii minus refrangibiles sint; idque certa aliqua ac constanti ratione. Quod erat mihi comprobandum.

PROPOSITIO III. THEOREMA III.

Lumen Solis constat ex radiis, qui reflexibilitate inter se differunt: & qui radii magis refrangibiles sunt, iidem quoque sunt magis reflexibiles.

LIquet hoc ex nono decimoque experimentis. In nono enim experimento, cum prisma circa axem suum usque eo conversum esset, donec radii intra prisma, qui in transeundo e prismate in aërem adhuc a basi ejus refracti fuissent, jam in istam basim adeo oblique inciderent, ut in totum inde reflecti cœperint; ii radii omnium primi in totum reflectebantur, qui ante, iisdem positis omnium incidentiis, ma-

xime fuerant refracti. Hocque idem accidit in reflexione radiorum a communi binorum prismatum basi, in decimo supra experimento memorata.

PROPOSITIO IV. PROBLEMA I.

Separare a se invicem heterogeneos luminis compositi radios.

RAdii heterogenei a se invicem quadantenus separati sunt refractione prismatis in tertio experimento: & in quinto experimento, auferendo penumbram a rectilineis coloratæ imaginis lateribus, ea separatio, in istis ipsis rectilineis lateribus sive marginibus imaginis, perfecta fit. Verum in omni parte imaginis inter ista rectilinea latera, innumeri illi circuli in quinto supra experimento descripti, quorum singuli singulis radiorum generibus illuminati sunt, se inter se omni ex parte commiscendo efficiunt, ut lumen satis admodum compositum sit. Quod si jam circulorum illorum diametri, centrorum situ atque intervallis nihil mutatis, diminui possent; utique permixtio ipsorum inter se, & consequenter radiorum heterogeneorum mixtura, consimili proportione diminueretur. Sint TAB. V. enim, in schemate 23°, AG, BH, CI, DK, EL, & FM, circuli, quos totidem radiorum genera ex uno eodemque Solis globo fluentia, uti in tertio supra experimento dictum est, singula singulos illuminant: ex quibus omnibus, aliisque innumeris intermediis ordine continuo inter duo rectilinea & parrallela oblongæ Solis imaginis PT latera dispositis circulis, imago ista, quomodo in quinto supra experimento exposuimus, composita est. Sintque *ag*, *bh*, *ci*, *dk*, *el*, & *fm*, totidem minores circuli, ordine consimili inter duas parallelas lineas rectas *af* & *gm* dispositi; similibus centrorum suorum intervallis; similibusque, ac majores circuli, radiorum generibus illuminati: hoc est, sit circulus *ag* eodem genere radiorum, ac circulus AG sibi ordine respondens, illuminatus; item circulus *bh* eodem genere radiorum, ac circulus BH; & similiter

liter finguli circuli *c i*, *d k*, *e l* & *f m* comparate, iifdem generibus radiorum, ac circuli CI, DK, EL, & FM. Jam in fchemate P T ex circulis majoribus conftante, terni iftorum circulorum, AG, BH, CI, adeo in fe invicem diffufi permifcentur, ut tria radiorum genera quibus circuli ifti illuminati funt, una cum aliis innumeris radiorum intermediorum generibus, inter fe ad QR in medio circuli BH penitus commixta fint: & confimilis fere per totam fchematis PT longitudinem invenitur permixtio radiorum. Atqui in fchemate *p t* ex circulis minoribus conftante, terni minores circuli *a g*, *b h*, *c i*, ternis illis majoribus ordine refpondentes, non in fe invicem diffunduntur; neque ulla fui parte in fe commixta habent ne bina quidem ex tribus illis radiorum generibus, quibus hi circuli illuminantur, quæque in altero fchemate PT inter fe omnia penitus intermixta funt ad BH.

Qui igitur rem hoc modo confideraverit, is facile intelliget, radiorum permixtionem eadem proportione diminui, ac diametros circulorum. Si, eifdem manentibus centrorum intervallis, diametri circulorum tribus tantis minores fiant, quam fuerant antea; permixtio radiorum, itidem tribus tantis minor fiet: Si circulorum diametri, decies tanto minores fiant; radiorum permixtio itidem decies tanta minor evadet: & fimiliter, in alia omni proportione. Hoc eft, mixtura radiorum in majori fchemate PT, ad mixturam eorum in minori *p t*, eam proportionem habebit, quam habet latitudo majoris fchematis ad latitudinem minoris. Etenim latitudines horum fchematum, æquales funt diametris circulorum. Ex quo facile confequens eft, permixtionem radiorum in refracta imagine *p t*, ad permixtionem radiorum in directo & integro Solis lumine, eam proportionem habere, quam habet latitudo iftius imaginis ad differentiam longitudinis & latitudinis fuæ.

Quare, ut radiorum permixtionem diminuere poffimus, diminuendæ funt diametri circulorum. Hoc autem ita facere poterimus, fi Solis diameter, cui ifti circuli refpondent, minor reddi queat; vel (quod eodem recidit) fi foris inter prifma &

Solem, magno interjecto intervallo, aliquod opacum corpus ita sit collocatum, ut, intercepto reliquo omni Solis lumine, id duntaxat luminis, quod e medio Solis globo fluit, per parvum rotundum foramen in isto opaco corpore transmittatur ad prisma. Etenim hoc pacto, circuli A G, B H, cæterique eis adjuncti, non jam amplius toti Solis globo respondebunt; sed ei solummodo ipsius parti, quæ e prismate per id foramen cerni possit; hoc est, apparenti magnitudini foraminis istius e prismate spectati. Verum, quo hi circuli magis distincte isti foramini respondeant, lentem insuper prope prisma collocatam oportet, qua foraminis imago (hoc est, unusquisque circulorum A G, B H, *&c.*) distincte in charta P T depingatur; eodem modo ac lente in fenestra collocata, rerum foris objectarum imagines distincte in charta intra cubiculum depictæ exhiberi solent; & quomodo in quinto supra experimento rectilinea oblongæ Solis imaginis latera distincta erant reddita, ac fine penumbra. Atque hoc si fiat; jam nihil necesse erit ut id foramen longe remotum sit, ne quidem ultra fenestram. Quamobrem, loco illius foraminis, foramine in ipso fenestræ operculo, quomodo jam infra exponetur, usus sum.

Experimentum XI.

In Solis radio per parvum rotundumque fenestræ operculi foramen in cubiculum tenebricosum immisso, lentem, intervallo circiter decem duodecimve pedum a fenestra, erexi; qua foraminis imago in chartæ albæ plagula, intervallo sex, octo, decem, duodecimve pedum ultra lentem collocata, distincte depingeretur. Nam pro varia lentium forma, chartam variis interjectis intervallis, quæ singulatim memorare operæ pretium non erit, objiciebam. Deinde, proxime post lentem, prisma interposui; quo lumen trajectum refringeretur vel sursum versus, vel in latus; eoque pacto imago rotunda, quam lens sola in chartam projecerat, jam in oblongam imaginem lateribus inter se parallelis definitam, qualem in tertio supra experimento descri-

describſimus, produceretur. Oblongam iſtam imaginem alia charta, eodem fere, ac prius, interjecto a priſmate intervallo, excepi. Movebam autem chartam ultro citroque uſque eo, donec charta & priſma juſto inter ſe ſpatio diſtarent, quo rectilinea imaginis latera quam maxime diſtincta apparerent. Cum enim hoc accideret; rotundæ foraminis imaguncula, ex quibus tota iſta imago eodem modo compoſita erat ac imago *p t* [*Fig.* 23.] ex circulis *a g*, *b h*, *c i*, &c; terminis maxime diſtinctis finiebantur ſine ulla penumbra: ideoque in ſe invicem quam poſſent minime commiſcebantur; & conſequenter radiorum heterogeneorum permixtio jam omnium minima erat. Hoc pacto, ex rotundis foraminis imaginibus, quales ſunt *a g*, *b h*, *c i*, &c. oblongam imaginem, qualis eſt *p t*, [*Fig.* 23 & 24.] formare ſolebam: & ampliando aut minuendo foramen in feneſtræ operculo, efficiebam ut rotundæ imagines *a g*, *b h*, *c i*, &c, ex quibus oblonga ea imago compoſita erat, dilatarentur aut contraherentur, ut mihi libitum eſſet; indeque ut radiorum mixturura in imagine *p t* tam magna tamve parva eſſet, quam ipſe cuperem. TAB. V.

ILLUSTRATIO. In ſchemate 24to, F repræſentat rotundum foramen in feneſtræ operculo: M N lentem, qua imago iſtius foraminis diſtincte in charta I depicta exhibetur; A B C priſma, quo radii, ſimul ut e lente emerſerint, refringuntur ab I ad aliam chartam *p t*; ibique rotunda imago I convertitur in oblongam imaginem *p t*. Ea imago *p t*, conſtat ex circulis in una eademque linea recta ordine continuo diſpoſitis; quomodo in quinto ſupra experimento ſatis explicatum eſt. Qui quidem circuli, æquales ſunt circulo I; & conſequenter foramini F magnitudine reſpondent. Quamobrem minuendo id foramen, hi circuli, iiſdem adhuc manentibus centrorum intervallis, in quam libuerit parvitatem contrahi poterunt. Atque hoc quidem pacto effeci, ut latitudo imaginis iſtius *pt*, quadraginta vel etiam ſexaginta interdum aut ſeptuaginta partibus ſuperaretur longitudine ſua. Exempli gratia: ſi latitudo foraminis F, ſit $\frac{1}{10}$ unciæ; & M F, intervallum quo foramen & lens TAB. V.

lens inter se distant, sit 12 pedum; & *p* B aut *p* M, distantia imaginis *p t* a prismate aut lente, sit 10 pedum; & angulus refringens prismatis, 62 graduum: utique latitudo imaginis *p t* erit $\frac{1}{12}$ unciæ, longitudo autem ejus circiter sex ipsas uncias complectetur. Quare longitudo ejus ad latitudinem, erit ut 72 ad 1: & consequenter lumen hujus imaginis semel & septuagies tanto, quam directum Solis lumen, minus erit compositum. Hujusmodi autem lumen, satis quidem simplex & homogeneum æstimari possit, ad omnia experimenta quæ in hoc libello circa lumen simplex versari videantur. Etenim adeo pusillum est quod in hoc lumine admixtum sit radiorum heterogeneorum, ut sensu percipi vix possit: nisi forte in coloribus indico & violaceo; quibus, ut sunt colorum fusciores, perpaululum id quoquoversus dispersi luminis, quod prismatis inæqualitatibus irregulariter refringi solet, facile aliquam immutationem adferre queat.

Attamen, loco rotundi foraminis F, melius adhiberi poterit foramen oblongum, forma oblongi parallelogrammi, cujus longitudo parallela sit prismati A B C. Si enim hujusmodi foramen, longum sit uncia una aut duabus; latum autem $\frac{1}{10}$ solummodo aut $\frac{1}{20}$ unciæ, aut etiam minus eo: lumen imaginis *p t* æque, vel etiam magis, quam in priori casu, simplex erit; simulque imago latior multo, & proinde ad experimenta aptior.

Porro, foraminis hujusce parallelogrammi loco, adhiberi poterit foramen triangulum, binis lateribus inter se æqualibus; cujus basis, exempli gratia, sit circiter $\frac{1}{10}$ unciæ; altitudo autem, uncia una aut plus eo. Etenim hoc pacto, si prismatis axis sit
TAB. V. parallelus ad trianguli perpendicularem, imago *p t* [*Fig.* 25.] jam composita erit ex triangulis æquicruris *a g*, *b h*, *c i*, *d k*, *e l*, *f m*, *&c.* aliisque inumeris intermediis triangulis, foramini triangulari forma & magnitudine respondentibus, & inter duas lineas parallelas *a f* & *g m* ordine continuo dispositis. Quæ quidem triangula a basibus suis nonnihil inter se commixta erunt; a verticibus autem, nequaquam. Quare lumen a clariori imaginis latere *a f*, ubi triangulorum bases sitæ sunt, erit quidem aliquantum compositum; a latere obscuriori autem *g m*, plane simpli-

ſimpliciſſimum; & in omni parte imaginis inter iſta latera, pro eo ut a latere obſcuriori *g m* diſtet, magis minuſve compoſitum. Atque talem quidem imaginem *p t*, ubi ſemel comparaveris; varia experimenta capere licebit, vel in clariori ac minus ſimplici ipſius lumine a latere *a f*, vel in obſcuriori ac ſimpliciori lumine a latere *g m*, ut libitum fuerit.

Verum in hujuſmodi experimentis capiundis, id omnino agendum eſt, ut cubiculum quam poſſit maxime tenebricoſum fiat; nequid luminis ſeſe imaginis *p t* lumini extrinſecus admiſcens, compoſitum id reddat: & præſertim, ſi experimenta capiunda ſunt in ſimpliciori iſto lumine, quod eſt a latere *g m*; quod, cum debilius languidiuſque ſit, utique minorem proportionem habebit ad lumen extrinſecus adveniens, & proinde admixtione iſtius luminis magis interturbabitur compoſitumque reddetur. Oportet etiam ut lens ſit bona, qualis in conſpicillis tubulatis adhiberi ſolet: inſuper ut priſma ſit angulo largiori, puta 65 aut 70 graduum; beneque factum, ex vitro bullis venulíſque immuni, & faciebus non, ut fit, convexis aliquantum aut concavis, ſed accurate planis: item ut ſumma cum cura perpolitum ſit, quomodo vitra ad conſpicilla tubulata poliuntur; non autem, uti vulgo fit, ſtanno uſto ſolummodo leviter defrictum; quo cum foraminum ab arena reſtantium margines detriti ſint, vitri facies adhuc innumeris perparvis lævibuſque prominentiis aliquantillum convexis undatim criſpa manet. Præterea, priſmatis acies angulatæ, lentiſque extremitates, quatenus irregularem aliquam refractionem efficere poſſent, charta nigra adglutinata obtegi debent. Radiique ſolaris in cubiculum tranſmiſſi lumen id omne, quod ad experimentum erit inutile, charta nigra aliove aliquo nigro objecto corpore omnino intercipiendum eſt. Alioqui enim lumen id inutile, quaquaverſus in cubiculo reflexum, immiſcebit ſeſe imagini oblongæ, eamque nonnihil interturbabit. Cæterum ad hæc experimenta non equidem prorſus neceſſariam eſſe dixerim tantam, quantam in præſenti imperaſſe videar, diligentiam: Quanquam ad id ſane, ut feliciter procedant experimenta, permultum conferet; ideo-

G , que

que siquis accuratius & curiosius naturam speculari velit, is certe tantam diligentiam non sine fructu uberiori adhibebit. Verum enimvero prismata ex vitro solida, quæ hujusmodi experimentis capiendis satis idonea sunt, comparare perdifficile est: Quamobrem ipse vasis ex speculorum confractorum partibus in formam prismatum, conclusa intus aqua pluvia, compactis, nonnunquam usus sum; & ad augendam refractionem, aquam interdum Saccharo Saturni copiose imbuebam.

PROPOSITIO V. THEOREMA IV.

Lumen homogeneum regulariter, sine ulla dilatatione, diffissione, aut discussione radiorum, refringitur: Et confusior ille objectorum lumine heterogeneo per corpora refringentia visorum aspectus, oritur ex diversa refrangibilitate radiorum diversorum generum.

PRima pars hujus propositionis jam ante in quinto experimento satis comprobata fuit; & ex his, quæ sequuntur, experimentis amplius manifesta fiet.

EXPERIMENTUM XII.

Chartam nigram, in qua foramen rotundum erat diametro circiter quintam aut sextam unciæ partem longa, ita collocavi, ut ea imaginem ex lumine homogeneo talem, qualem in præcedente propositione descripsimus, sic exciperet, ut luminis pars aliqua per foramen ipsius transmitteretur. Dein luminis partem eam, quæ per chartæ foramen transmissa esset, prismate post istam chartam collocato ita refregi, ut deinceps in chartam albam, interjecto duorum triumve pedum intervallo, ad perpendiculum incideret. Quibus ita dispositis, observavi imaginem super charta alba refractione luminis illius homogenei depictam, non jam oblongam esse, ut cum (in tertio experimento) luminis solaris compositi refractione depingeretur; sed, (quantum

tum oculis quidem judicare potuerim,) longitudine & latitudine inter se æqualibus, plane rotundam. Ex quo apparet, hoc lumen regulariter refractum esse, sine ulla dilatatione radiorum.

EXPERIMENTUM XIII.

In lumine homogeneo circulum chartaceum, diametro $\frac{1}{4}$ unciæ longa, collocavi; & in albo heterogeneo Solis lumine nondum refracto, alium circulum chartaceum, eadem magnitudine, similiter posui. Tum, interjecto aliquot pedum intervallo, utrumque horum circulorum per prisma oculis admotum inspexi. Circulus is, qui heterogeneo Solis lumine illuminabatur, oblongus valde, sicuti in quarto experimento, videbatur; adeo ut latitudo ejus multis partibus superaretur longitudine sua: Circulus autem is, qui lumine homogeneo illuminabatur, plane rotundus videbatur; & distinctis terminis definitus; ut quum nudis oculis inspiceretur. Quo experimento utraque pars hujus propositionis comprobatur.

EXPERIMENTUM XIV.

Cum muscas aliaque id genus minuta corpora, in homogeneo lumine collocata, per prisma inspicerem; partes ipsorum videbam tam distincte definitas, ac si nudis ea oculis aspexissem. Cum autem eadem corpora, in albo heterogeneo Solis lumine nondum refracto collocata, per prisma similiter inspicerem; valde confusis terminis definita videbantur; adeo ut minutiores ipsorum partes discernere & internoscere haud potuerim. Similiter cum litterulas minutiores libro impressas, primo in lumine homogeneo, deinde in heterogeneo collocatas, per prisma inspicerem; in posteriori lumine tam confusæ tamque indistinctæ videbantur, ut legi non possent; in priori autem adeo distinctæ, ut & facillime legi possent, & plane nihilo minus distincte cerni, quam si nudis oculis aspicerentur. In

utroque casu easdem res objectas, eodem situ positas, per idem prisma, & eodem intervallo interjecto, conspicatus sum. Nihil quicquam prorsus inter se differebant, nisi quod lumine diverso illuminabantur; quod quidem lumen uno in casu simplex erat, in altero compositum. Quare corpora ista objecta, quamobrem in priori casu tam distincte, in posteriori tam confuse cernerentur, nihil aliud plane in causa esse potuit, præter luminum solummodo differentiam. Quo itidem tota propositio comprobatur.

Porro in tribus hisce experimentis, id etiam notatu erat dignissimum; homogenei luminis colorem, refractione nihil fuisse immutatum.

PROPOSITIO VI. THEOREMA V.

Sinus incidentiæ cujusque radii seorsum, est ad sinum refractionis suæ in data ratione.

UNumquemque radium seorsum, certa ac constanti aliqua ratione refrangibilem esse, ex iis quæ dicta sunt, satis est manifestum. Qui radii in prima refractione, iisdem positis omnium incidentiis, maxime refringuntur; ii in sequentibus itidem refractionibus, iisdem positis incidentiis, iterum maxime refringuntur: similique ratione radii minime refrangibiles, & quicunque sunt medio aliquo refrangibilitatis gradu; uti ex 5to, 6to, 7mo, 8vo, & 9no experimentis liquet. Porro qui radii in prima refractione, iisdem positis omnium incidentiis, æqualiter refringuntur; ii iterum, iisdem positis incidentiis, æqualiter & uniformiter refringuntur: idque sive refringantur antequam a se invicem separati fuerint, ut in quinto experimento; sive postquam separati fuerint, ut in experimentis 12mo, 13°, & 14to. Itaque refractio cujusque radii seorsum, fit ad certam aliquam constantemque regulam: ea autem regula quæ sit, restat ut jam deinceps ostendamus.

Nuperi de rebus Opticis scriptores docent; sinus incidentiæ ad

ad ſinus refractionis eſſe in data proportione; uti in quinto axiomate expoſitum eſt: & nonnulli inſtrumentis ad refractiones menſurandas, aut alia aliqua ratione hanc proportionem experimentis computantes, aſſeruerunt ſe eam inveniſſe accuratam. Verum dum illi, nondum intellecta diverſa radiorum diverſorum refrangibilitate, crediderunt radios una eademque proportione refringi univerſos; exiſtimandum eſt, eos menſuras ad partem mediam ſolummodo luminis refracti accommodaſſe: adeo ut ex illorum menſuris hoc ſolum concludi poſſit; radios, qui ſunt medio refrangibilitatis gradu; hoc eſt, qui, cum a reliquis ſeparati ſint, virides videntur; eos in data ſinuum proportione refringi: Reliquos autem omnes, itidem ſecundum datas ſinuum proportiones refringi; id nobis jam reſtat comprobandum. Equidem, rem ita ſe habere debere, admodum eſt credibile & rationi conſentaneum; quandoquidem natura ſemper eſt ſui ſimilis. Verum probatio ab experimentis deſumenda requiritur. Atque talem quidem probationem ita adferemus, ſi oſtendere poterimus, ſinus refractionis radiorum diverſe refrangibilium eſſe ad ſe invicem in data proportione, quando ſinus incidentiæ ſunt inter ſe æquales. Etenim ſi ſinus refractionis omnium radiorum, ſint in datis proportionibus ad ſinum refractionis alicujus radii, qui ſit medio refrangibilitatis gradu; iſque ſinus ſit in data proportione ad incidentiæ ſinus inter ſe æquales; utique reliqui iſti refractionis ſinus, erunt itidem in datis proportionibus ad ſinus incidentiæ inter ſe æquales. Jam autem ſinus refractionis eſſe ad ſe invicem in data proportione, quando ſinus incidentiæ ſunt inter ſe æquales; ex ſequenti experimento apparebit.

Experimentum XV.

Per parvum rotundum foramen in feneſtræ operculo, tranſmittatur in cubiculum tenebricoſum radius Solis. Sit S [*Fig.* 26.] alba & rotunda Solis imago, directo ſuo lumine in oppoſitum parietem depicta. Sit P T oblonga & colorata imago, TAB. V.

 quæ

quæ fiat refringendo id lumen per prisma in fenestra positum. Sit denique *p t*, vel 2 *p* 2 *t*, vel 3 *p* 3 *t*, oblonga & colorata imago ea, quæ fiat refringendo iterum idem lumen in latus per alterum prisma proxime post primum situ transverso collocatum; quomodo in quinto supra experimento explicatum est. Hoc est, sit ea imago, cum refractio secundi prismatis minor sit, *p t*, cum refractio ejusdem major sit, 2 *p* 2 *t*; cum maxima, 3 *p* 3 *t*. Etenim ea erit refractionum diversitas, si angulus refringens secundi prismatis sit varia magnitudine; puta quindecim aut viginti graduum, quum imago sit *p t*; triginta aut quadraginta, quum 2 *p* 2 *t*; & sexaginta, quum 3 *p* 3 *t*. Verum enimvero defectu prismatum ex vitro solidorum, quorum anguli ea sint qua oporteat magnitudine; comparari poterunt vasa ex politis vitri lamellis in formam prismatum, conclusa intus aqua, conglutinatis. His ita dispositis, observabam omnes Solis imagines coloratas, P T, *p t*, 2 *p* 2 *t*, 3 *p* 3 *t*, convergere quam proxime ad eum ipsum locum S, quo directum Solis lumen, quando, sublatis prismatibus, albam rotundamque in pariete Solis imaginem depingeret incidebat. Axis imaginis P T, productus; hoc est, linea ita per mediam imaginem P T ducta, ut rectilineis ipsius lateribus parallela esset; transibat deinceps per medium ipsum istius albæ ac rotundæ imaginis S. Cumque refractio secundi prismatis, æqualis esset refractioni prioris; quippe quorum anguli refringentes, essent circiter sexagenum graduum; axis imaginis 3 *p* 3 *t* ista refractione effictæ, ipse itidem productus transibat per medium ejusdem albæ rotundæque imaginis S. Cum autem refractio secundi prismatis, minor esset refractione prioris; axes producti imaginum *t p* aut 2 *t* 2 *p* ista refractione effictarum, intersecabant jam in punctis *m* & *n*, paulo ultra centrum albæ rotundæque imaginis S, axem productum imaginis P T. Unde proportio lineæ 3 *t* T ad lineam 3 *p* P, paulo major erat quam lineæ 2 *t* T ad lineam 2 *p* P; hæcque itidem paulo major, quam lineæ *t* T ad lineam *p* P. Jam quum lumen imaginis P T incidat in parietem ad perpendiculum; lineæ istæ 3 *t* T, 3 *p* P; & 2 *t* T, 2 *p* P; & *t* T, *p* P,

sunt

ſunt *Tangentes* refractionum. Quare ex hoc experimento, proportiones tangentium refractionum inveniuntur: Unde & ſinuum proportiones collectæ, æquales reperiuntur; quantum quidem, imagines intuendo, & mathematicam quandam ratiocinationem adhibendo, judicare potuerim: Non enim accurate calculum ponebam. Itaque propoſitio noſtra, quantum ab experimentis colligitur, in unoquoque ſeorſum radio vera eſſe apparet. Veram autem eam eſſe accuratiſſime, etiam demonſtrari poteſt ex hac ſuppoſitione; *corpora lumen refringere, agendo in radios ejus in lineis ad ſuperficies ſuas perpendicularibus.* Verum, quo hæc demonſtratio recte procedat, diſtinguendus eſt motus cujuſque radii in duos motus, quorum alter ſuperficiei refringenti perpendicularis ſit, alter eidem parallelus, & de motu quidem eo qui eſt perpendicularis, ſubjicienda eſt propoſitio ſequens.

Si quis motus, aut corpus motum quodcunque, incidat quavis velocitate in quodvis latum & tenue ſpatium, duobus planis parallelis utrinque terminatum; inque tranſitu ſuo per iſtud ſpatium, urgeatur perpendiculariter verſus ulterius planum quavis vi, quæ, datis diſtantiis ab iſto plano, ſit datarum quantitatum: Perpendicularis velocitas iſtius motus, aut corporis, tum cum emerget ex eo ſpatio, ſemper æqualis erit radici ſummæ ejuſce, quæ compoſita ſit ex quadrato perpendicularis velocitatis quam habebat iſte motus, aut corpus, tum cum incideret in iſtud ſpatium; & ex quadrato perpendicularis velocitatis quam idem motus, aut corpus, haberet tum, cum emergeret, ſi perpendicularis ejus velocitas tum, cum incideret, infinite parva fuiſſet.

Eadem autem propoſitio ſimiliter vera erit de quovis motu, aut corpore, perpendiculariter retardato in tranſitu ſuo per iſtud ſpatium; ſi loco ſummæ binorum quadratorum, defferentiam ipſorum ſumas. Demonſtrationem facile invenient mathematici; ideoque, ne lectorem diſtineam, eam hic non apponam.

Finge jam radium aliquem obliquiſſime in linea M C [*Fig.* 1.] incidentem, refringi ad C a Plano R S in lineam C N: &, ſi linea C E, in quam alius quilibet radius A C refringi debeat, TAB. I.

quæ

quæ ſit quæratur; ſint M C, A D, ſinus incidentiæ duorum iſtorum radiorum; & N G, E F, eorundem ſinus refractionis; & exponantur æquales radiorum incidentium motus, per lineas inter ſe æquales M C & A C. Tum, motu M C ad planum refringens parallelo exiſtente, diſtinguatur motus alter A C in duos motus A D & D C, quorum alter A D parallelus, alter autem D C perpendicularis ſit ad ſuperficiem refringentem. Similiter, diſtinguantur motus emergentium radiorum, in binos motus; quorum ii, qui ſunt perpendiculares, ſint $\frac{MC}{NG}$ C G, & $\frac{AD}{EF}$ C F. Quod ſi vis plani refringentis incipiat agere in radios vel jam in ipſo plano, vel certo interjecto intervallo, ex una parte; deſinatque certo interjecto intervallo ex altera parte; & in omnibus locis intra iſtos limites ſitis, agat in radios in lineis ſuperficiei iſti refringenti perpendicularibus; actioneſque ejus in radios, in diſtantiis æqualibus a plano refringente, æquales ſint; in diſtantiis autem inæqualibus, vel æquales ſint, vel certa qualibet proportione inæquales: utique motus radii is, qui ſit plano refringenti parallelus, nullam omnino ab iſta vi mutationem patietur; motus autem is, qui ſit plano eidem perpendicularis, mutabitur ſecundum propoſitionis jam expoſitæ rationem. Itaque ſi perpendicularis velocitas radii emergentis C N, exponatur per $\frac{MC}{NG}$ C G, ut ſupra; perpendicularis velocitas alterius cujuſvis radii emergentis C E, quæ erat $\frac{AD}{EF}$ C F, erit æqualis radici Summæ quadratorum $CDq + \frac{MCq}{NGq}CGq$. Quæ quidem æqualia ſi quadraveris jam, eiſque addas æqualia ADq & $MCq - CDq$, dividaſque ſummas per æqualia $CFq + EFq$ & $CGq + NGq$, habebis $\frac{ADq}{EFq}$ æquale $\frac{MCq}{NGq}$. Unde A D, ſinus incidentiæ, ſit ad E F, ſinum refractionis, ut M C ad N G: hoc eſt, in data ratione. Et quoniam

niam hæc demonstratio universalis est; in qua nec quid sit lumen, nec quali vi refringatur, nec aliud omnino quicquam posuerim, præter id solum; *corpus refringens agere in radios in lineis superficiei sua perpendicularibus*: utique veritatem hujusce propositionis certissimam videtur evincere.

Quare, si ratio sinuum incidentiæ & refractionis cujusvis generis radiorum in uno aliquo casu inventa fuerit; inventa erit in omnibus. Ea autem quæ sit, methodo in sequenti propositione tradenda, facile colligi poterit.

PROPOSITIO VII. THEOREMA VI.

Conspicilla tubulata quominus omnibus numeris perfecta construi queant, facit diversa radiorum luminis refrangibilitas.

CONspicilla tubulata quominus omnibus numeris perfecta construi potuerint, sphæricæ vitrorum figuræ vulgo in causa fuisse creduntur: ideoque id sibi proposuerunt mathematici, ut vitra in conicarum sectionum figuras tornarent. Verum ut eos in errore hac in parte versari ostenderem, propositionem hancce adjeci. Quæ quam vera sit, ex mensuris refractionum diversorum generum radiorum apparebit. Eæ autem quæ sint, hac ratione definio.

In tertio experimento hujus *Partis*, ubi angulus refringens prismatis erat graduum $62\frac{1}{2}$, dimidium istius anguli, hoc est, 31 gradus & 15 minuta, est angulus incidentiæ radiorum in aerem e vitro egredientium; & sinus istius anguli, est 5188 earum partium, quarum radius complectitur 10000. Cum axis hujus prismatis, horizonti parallelus esset; refractioque radiorum in prisma incidentium, refractioni eorundem e prismate exeuntium, æqualis esset: observabam, ope quadrantis, angulum quem radii mediocriter refrangibiles (hoc est, ii qui ad medium coloratæ Solis imaginis irent,) cum horizonte continerent:

Ex hoc autem angulo, & altitudine Solis eodem tempore observata, comperiebam angulum, quem radii emergentes & incidentes inter se continerent, esse 44 graduum ac 40 minutorum; cujus quidem anguli dimidium, additum angulo incidentiæ, qui erat 31 graduum & 15 minutorum, conficit angulum refractionis; qui proinde fit 53 graduum ac 35 minutorum, ejusque sinus 8047. Hi sunt sinus incidentiæ & refractionis radiorum mediocriter refrangibilium; eorumque proportio inter se, in numeris integris, est ut 20 ad 31. Vitrum, e quo hoc prisma constabat, colore erat ad viridem descendente. Ultimum autem prismatum in tertio experimento memoratorum, e vitro erat admodum pellucido candidoque. Ejus angulus refringens, erat graduum $63\frac{1}{2}$. Angulus quem radii emergentes & incidentes inter se continebant, 45 grad. 50 min. Sinus dimidii primi anguli, 5262. Sinus dimidiæ summæ angulorum, 8157. Proportio autem ipsorum inter se, erat, ut prius, in numeris integris, ut 20 ad 31.

Si de longitudine imaginis, quæ erat unciarum circiter $9\frac{3}{4}$ aut 10, subducatur ejusdem latitudo, quæ erat unciarum $2\frac{1}{8}$; residuum, quod est unciæ $7\frac{3}{4}$, erit longitudo, quam eadem imago ita esset habitura, si Solis globus unum solummodo punctum foret. Itaque hæ unciæ $7\frac{3}{4}$ subtendunt angulum, quem radiorum maxime minimeque refrangibiles, qui in unis eisdemque lineis in prisma inciderant, inter se jam, postquam emerserint, continent. Quare iste angulus, est 2 grad. 0′, 7″. Etenim intervallum, quo imago & prisma, ubi iste angulus constituitur, inter se distabant, erat pedum $18\frac{1}{2}$; quo interjecto intervallo, chorda uncias $7\frac{3}{4}$ longa subtendit angulum 2 graduum, 0′, 7″. Dimidium autem istius anguli, est angulus quem hi maxime minimeve refrangibiles radii emergentes continent cum radiis mediocriter refrangibilibus emergentibus: & quarta ejusdem pars, hoc est, 30′, 2″, haberi potest angulus, quem iidem radii cum radiis illis mediocriter refrangibilibus emergentibus contenturi essent, si intra vitrum cum eis con-

juncti

juncti fuissent, nec ante emergendum ullam passi fuissent refractionem. Si enim duæ æquales refractiones; quarum altera sit radiorum in prisma incidentium, altera emergentium; constituunt dimidium anguli 2 grad. 0', 7": utique una istarum refractionum efficiet circiter quartam partem ejusdem anguli. Atque hæc quidem quarta pars, si adjiciatur jam ad angulum refractionis radiorum mediocriter refrangibilium, qui erat 53 grad. 35; & de eodem subducatur; conficiet angulos refractionis radiorum & maxime & minime refrangibilium, 54 grad. 5', 2"; & 53 grad. 4', 58": quorum angulorum sinus sunt 8099 & 7995: cum communis angulus incidentiæ, esset 31 grad. 15; ejusque sinus, 5188. Et hi quidem sinus, in minimis numeris integris, sunt inter se ut 78 & 77 ad 50.

Jam si de sinibus refractionis 77 & 78, communem incidentiæ sinum 50 subducas; residua 27 & 28 ostendunt. in parvis refractionibus refractionem radiorum minime refrangibilium esse ad refractionem maxime refrangibilium, ut 27 ad 28 quam proxime; refractionumque differentiam in radiis minime maximeque refrangibilibus, esse circiter $27\frac{1}{2}^{am}$ partem totius refractionis radiorum mediocriter refrangibilium.

Unde Optices periti facile intelligent, latitudinem minimi rotundi spatii. in quod vitra objectiva conspicillorum tubulatorum colligere possint omnia genera radiorum inter se parallelorum, esse circiter $27\frac{1}{2}^{am}$ partem dimidiæ aperturæ vitri, aut 55^{am} partem totius aperturæ; focumque radiorum maxime refrangibilium, proprius a vitro objectivo abesse, quam focum minime refrangibilium, parte circiter $27\frac{1}{2}$ ejus totius intervalli. quo vitrum objectivum & focus radiorum mediocriter refrangibilium inter se distant.

Quod si radii omnium generum, fluentes ex uno quovis puncto lucido in axe lentis cujusvis convexæ sito. cogantur refractione istius lentis in puncta non nimium remota a lente; focus radiorum maxime refrangibilium jam propius a lente aberit, quam focus minime refrangibilium. eo intervallo, quod

ſit ad $27\frac{1}{2}^{am}$ partem diſtantiæ foci radiorum mediocriter refrangibilium a lente, ut diſtantia inter focum iſtum & punctum lucidum a quo radii fluunt, ad diſtantiam inter id punctum lucidum & lentem ipſam quam proxime.

Jam autem ut examinarem, utrum differentia refractionum, quas radii maxime minimeque refrangibiles ex uno eodemque puncto fluentes, in vitris objectivis conſpicillorum tubulatorum aliiſque id genus vitris patiuntur, tanta ſit revera, quantam modo deſcripſerim, necne; ſubjectum excogitavi experimentum.

EXPERIMENTUM XVI.

Lens, qua in ſecundo & octavo experimentis uſus fueram, intervallo ſex pedum uniuſque unciæ a quovis objecto collocata, colligebat imaginem iſtius objecti, per radios mediocriter refrangibiles, eodem interjecto ſex pedum uniuſque unciæ intervallo ex altera parte. Quamobrem, ex regula antedicta, colligere debet eandem imaginem per radios minime refrangibiles, intervallo pedum ſex, unciarumque $3\frac{2}{3}$; per radios autem maxime refrangibiles, intervallo pedum quinque unciarumque $10\frac{1}{3}$: adeo ut inter duo loca, in quibus radii minime maximeque refrangibiles iſtam imaginem exhibeant, intervallum ſit unciarum circiter $5\frac{1}{3}$. Etenim, ſecundum illam regulam; quam proportionem habent ſex pedes & uncia una, (intervallum quo lens & corpus lucidum objectum inter ſe diſtant,) ad duodecim pedes duaſque uncias, (quo intervallo corpus lucidum objectum & focus radiorum mediocriter refrangibilium inter ſe diſtant;) hoc eſt, quam proportionem habet unum ad duo; eandem habet pars $27\frac{1}{2}$ ſex pedum uniuſque unciæ, (intervalli quo lens & iſte focus inter ſe diſtant;) ad intervallum quo radiorum maxime minimeque refrangibilium foci inter ſe diſtant: quod proinde intervallum, fit unciarum $5\frac{17}{55}$; hoc eſt, unciarum $5\frac{1}{3}$ quam proxime. Jam ut invenirem utrum hæc menſura eſſet vera, necne; experimenta ſecundum & octavum in lumine colorato.

lorato, quod multo, quam id quo tum usus eram, minus esset compositum, iterabam: jam enim radios heterogeneos a se invicem ea ratione, quæ in undecimo experimento descripta est, separaveram; adeo ut imago colorata, duodecim circiter aut quindecim partibus longior facta esset quam latior. Imaginem istam libro literis impresso excipiebam. Cumque lentem supra memoratam, interjecto sex pedum uniusque unciæ intervallo, collocassem; quo literarum illuminatarum imago, eodem iterum intervallo ex altera parte colligeretur; observabam imaginem literarum colore cæruleo illuminatarum, propius a lente abesse, quam literarum rubro saturo illuminatarum, intervallo circiter unciarum trium aut $3\frac{1}{4}$: verum literarum colore indico & violaceo illuminatarum imago adeo confusa minimeque distincta videbatur, ut eæ legi non possent. Quare prisma inspiciens, comperiebam id venulis ab una vitri extremitate ad alteram pertingentibus undique crispum esse; adeo ut refractio nequaquam regularis esse potuerit. Aliud itaque prisma, venulis immune, accepi; &, literarum loco, duas tresve lineas nigras inter se parallelas & literarum ductibus paulo grandiores adhibebam: quibus cum colores ita superinjecissem, ut ab una imaginis extremitate ad alteram hæ lineæ per colores ductæ viderentur; observabam focum, ubi color indicus, sive confinium indici & violacei, linearum nigrarum imagines maxime distinctas exhiberet, intervallo circiter unciarum 4 aut $4\frac{1}{4}$ propius a lente abesse, quam focum ubi color ruber extremus & saturatissimus imagines earundem linearum nigrarum maxime distinctas exhibebat. Color violaceus adeo debilis fuit & obscurus, ut in eo linearum imagines distincte discernere haud potuerim. Quare, cum prisma, quo utebar, e vitro esset subviridi & minus pellucido; aliud adhuc prisma accepi, quod esset e vitro admodum pellucido candidoque. Verum, hoc prismate adhibito, longæ jam albæque luminis debilioris radiationes se ex utraque imaginis coloratæ extremitate emittebant: unde concludebam, necdum omnia recte esse comparata. Prisma igitur attentius inspiciens,

 duas

duas tresve bullulas in vitro obſervabam, quibus lumen irregulariter refringebatur. Quocirca eam partem vitri, in qua hæ bullulæ ineſſent, charta nigra obtegebam; lumineque per aliam vitri partem bullulis immunem tranſmiſſo, imago colorata immunis jam ab irregularibus illis radiationibus apparebat; eaque fere erat, quam optarem. Veruntamen adhuc color violaceus adeo obſcurus debiliſque fuit, ut in eo linearum imagines vix, & in obſcuriori ipſius parte, prope imaginis extremitatem, omnino haud diſcernere potuerim. Suſpicabar igitur obſcurum hunc debilemque colorem, admixtum ſibi habere poſſe aliquid luminis illius quaquaverſum diſperſi, quod partim bullulis quibuſdam perparvis intra vitrum latentibus, partim vitri facierum haud ſatis accurate perpolitarum inæqualitatibus, irregulariter refringeretur & reflecteretur: quod quidem lumen, quamvis parvum, tamen ſubalbidum cum eſſet, ſenſum ſatis fortiter, ad interturbanda debilis illius & obſcuri coloris violacei Phænomena, afficere poſſet. Quamobrem explorabam, quomodo in 12°, 13°, & 14° experimentis expoſitum eſt, annon hoc lumen violaceum conſtaret ex ſenſibili mixtura radiorum heterogeneorum. Verum apparebat, non ita ſe id habere. Neque enim refractiones ex hoc violaceo lumine alium ullum colorem, qui quidem ſenſu percipi poſſet, præter unum violaceum, eliciebant; uti ex albo lumine omnino elicuiſſent; & conſequenter ex hoc violaceo lumine ſimiliter elicuiſſent, ſi id ex albo lumine, ita ut res ſub ſenſum caderet, compoſitum fuiſſet. Concludebam itaque, obſcuritatem ſolummodo hujuſce coloris, & luminis ſui tenuitatem, nimiamque ab axe lentis diſtantiam, in cauſa fuiſſe, quamobrem linearum imagines in eo diſtincte diſcernere haud potuerim. Quocirca nigras iſtas lineas parallelas, in partes inter ſe æquales dividebam; quo facilius, quibus intervallis colores in imagine inter ſe diſtarent, cognoſcerem: cumque notaſſem quantis itidem intervallis foci colorum eorum, in quibus linearum imagines diſtincte cernebantur, a lente diſtarent; in id deinceps inquirebam, utrum differentia horum intervallorum eandem

habeat

habeat proportionem ad uncias $5\frac{1}{3}$, hoc eſt, ad maximam differentiam intervallorum quibus foci colorum extremorum rubri & violacei a lente diſtare debent, ac habet colorum in imagine obſervatorum diſtantia inter ſe, ad maximum itidem intervallum (in rectilineis imaginis lateribus dimenſum) quo colores extremi ruber & violaceus in imagine inter ſe diſtant, hoc eſt, ad longitudinem rectilineorum imaginis laterum, ſive ſpatium quo longitudo imaginis exuperat latitudinem ſuam. Quæ autem obſervaverim, hujuſmodi fuerunt.

Cum obſervarem interque ſe compararem colorem rubrum ſaturatiſſimum extimumque, qui ſenſu percipi poſſet; & colorem eum, qui in confinibus viridis & cærulei poſitus, diſtabat a rubro, in rectilineis imaginis lateribus, dimidia parte longitudinis iſtorum laterum: focus ubi confinium coloris viridis & cærulei, imagines linearum diſtincte ſuper charta exhibebat, propius a lente diſtabat, quam focus ubi color ruber imagines earundem linearum diſtincte exhibebat; intervallo circiter unciarum $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$. Menſuræ enim interdum paulo majores erant, interdum paulo minores; raro autem inter ſe differebant amplius $\frac{1}{3}$ unciæ:. Etenim difficillimum erat focos, quo in loco ſiti eſſent, accuratiſſime ſine omni errore definire. Jam vero ſi colores dimidia longitudine imaginis inter ſe diſtantes, (in rectilineis nimirum imaginis lateribus dimenſi,) faciunt ut differentia intervallorum, quibus foci ſui a lente diſtant, ſit unciarum $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$; utique colores tota imaginis longitudine inter ſe diſtantes, facere debebunt ut differentia intervallorum, quibus foci ſui a lente diſtent, ſit unciarum 5 aut $5\frac{1}{2}$.

Verum id hic obſervandum eſt, me non potuiſſe videre colorem rubrum ad uſque ipſam imaginis extremitatem, ſed duntaxat ad centrum ſemicirculi quo iſta extremitas terminaretur, aut paulo ultra id. Quare colorem iſtum rubrum comparabam, non cum colore eo qui eſſet accurate in media imagine, ſive in ipſis confinibus viridis & cærulei; ſed cum eo colore, qui ad cæruleum paulo magis, quam ad viridem accederet. Et quemadmodum computabam totam colorum longitudinem non

eam

eam esse, quæ esset tota imaginis longitudo; sed eam duntaxat, quæ esset longitudo rectilineorum ipsius laterum: ita, semicircularibus extremis jam in integros circulos absolutis; quum alteruter e duobus observatis coloribus intra istos circulos caderet, dimetiebar distantiam ejusce coloris a semicirculari imaginis extremitate, &, subducto dimidio istius distantiæ de mensurata duorum colorum distantia inter se, residuum pro correcta ipsorum distantia inter se accepi; inque his observationibus correctam istam distantiam, pro differentia intervallorum quibus foci sui a lente distarent, annotavi. Quemadmodum enim longitudo rectilineorum imaginis laterum, futura esset ipsa colorum omnium tota longitudo, si circuli, ex quibus (uti supra ostensum est) ea imago composita est, in puncta physica contracti forent: sic, in eo casu, correcta illa distantia binorum quorumvis observatorum colorum, vera esset futura distantia ipsorum inter se.

Cum igitur porro observarem, interque se compararem, colorem rubrum extremum qui sensu percipi posset, & cæruleum illum, quorum correcta distantia inter se esset $\frac{7}{12}$ partes longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci sui a lente distarent, erat circiter unciarum $3\frac{1}{4}$. Jam autem ut 7 ad 12, ita $3\frac{1}{4}$ ad $5\frac{4}{7}$.

Cum observarem colorem rubrum extremum qui sensu percipi posset, & indicum illum, quorum correcta distantia inter se esset $\frac{8}{12}$ sive $\frac{2}{3}$ longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci sui a lente distarent, erat circiter unciarum $3\frac{2}{3}$. Ut autem 2 ad 3, ita $3\frac{2}{3}$ ad $5\frac{1}{2}$.

Cum observarem colorem rubrum extremum qui sensu percipi posset, & indicum illum saturatiorem, quorum correcta distantia inter se esset $\frac{9}{12}$ sixe $\frac{3}{4}$ longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci sui a lente distarent, erat circiter 4 unciarum. Ut autem 3 ad 4, ita 4 ad $5\frac{1}{3}$.

Cum observarem colorem rubrum extremum qui sensu percipi posset, & violacei partem indico proximam, quorum correcta

recta distantia inter se esset $\frac{10}{12}$ sive $\frac{5}{6}$ longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci sui a lente distarent, erat circiter unciarum $4\frac{1}{2}$. Ut autem 5 ad *6*, ita $4\frac{1}{2}$ ad $5\frac{2}{5}$. Interdum enim, cum lens commodiori situ ita esset collocata, ut axis ejus ad colorem cæruleum spectaret; cæteraque omnia commode essent comparata; Sol etiam disjectis nubibus clarior colluceret; ipseque oculis propius admotis chartam, quæ linearum imagines lente projectas exciperet, attentius intuerer: discernere poteram satis distincte linearum istarum imagines, in coloris etiam violacei parte ea, quæ indico proxima esset; nonnunquam etiam ultra medium ipsum coloris violacei. Etenim in his experimentis capiendis id observaveram, imagines eorum duntaxat colorum distinctas apparere, qui vel in axe lentis, vel saltem non longe extra eum, essent positi: adeo ut, cum color cæruleus vel indicus in eo axe situs esset, ipsorum imagines distincte discernere potuerim; eodem autem tempore color ruber multo, quam ante, minus distinctus videretur. Quocirca id deinceps egi, ut, colorum imagine in brevitatem contracta, ambo ejus extrema propius jam ab axe lentis distarent. Jamque ejus longitudo erat unciarum circiter $2\frac{1}{2}$, latitudo autem circiter $\frac{1}{5}$ aut $\frac{1}{6}$ unius unciæ. Porro, loco linearum nigrarum in quas colores adhuc inciderant, unam jam lineam nigram prioribus latiorem duxi; quo facilius imaginem ipsius discernerem: eamque lineam brevibus transversis lineis in partes inter se æquales divisi, quibus colores observati quo intervallo inter se distarent dimetirer. Quibus ita dispositis, poteram jam nonnunquam discernere lineæ hujusce imaginem una cum divisionibus suis, ad usque centrum fere semicircularis violaceæ extremitatis imaginis. Quæque jam deinde observaverim, hujusmodi erant.

Cum observarem colorem rubrum extremum qui sensu percipi posset, partemque violacei eam, quorum correcta distantia inter se esset circiter $\frac{8}{9}$ partes longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus horum colorum foci a lente distarent, erat uno tempore unciarum $4\frac{2}{3}$, alio tem-

pore $4\frac{3}{4}$, alio $4\frac{7}{8}$. Ut autem 8 ad 9; ita $4\frac{2}{3}$, $4\frac{3}{4}$, $4\frac{7}{8}$, ad $5\frac{1}{4}$, $5\frac{11}{32}$, $5\frac{31}{64}$, respective.

Cum observarem colorem rubrum extremum, & violaceum itidem extremum, qui sensu percipi possent: (quorum quidem colorum correcta distantia inter se, cum omnia quam potuerint commodissime essent comparata, Solque clarissimus luceret, erat circiter $\frac{11}{12}$ aut $\frac{15}{16}$ partes longitudinis rectilineorum imagini coloratæ laterum:) comperiebam differentiam intervallorum quibus foci sui a lente distarent, esse unciarum modo $4\frac{3}{4}$, modo $5\frac{1}{4}$, & plerunque plus minus 5 unciarum. Ut autem 11 ad 12, aut 15 ad 16; ita 5 unciæ ad $5\frac{1}{2}$ aut $5\frac{1}{3}$.

Atque hac quidem experimentorum progressione adductus sum ut certo credam, si lumen in ipsis extremitatibus imaginis satis forte fuisset, quo linearum nigrarum imagines clare super charta apparere potuerint; futurum utique fuisse, ut focus coloris violacei extremi propius a lente distare compertus esset, quam focus rubri extremi, intervallo unciarum minimum $5\frac{1}{3}$. Quo & illud etiam amplius confirmatur; sinus incidentiæ & refractionis omnium generum radiorum, eandem proportionem inter se in minimis refractionibus, atque in maximis, habere.

Totam hujusce rei experiundæ rationem, quoniam negotium est multæ diligentiæ atque accurationis, singulatim enarrare volui; ut, qui rem eandem posthac experiundo examinaturi sint, intelligant quam accurate omnia animo circumspectare & secum ante considerare debeant, quo experimentum hocce sibi feliciter succedat. Qui nihilominus, si negotium sibi minus forsan ex sententia succedat, quam mihi ante successit; colligere tamen poterunt ex proportione quam habet distantia colorum a se invicem in imagine, ad differentiam distantiarum focorum suorum a lente, quis esset futurus exitus accuratioris experimenti in coloribus longius inter se distantibus. Veruntatem si lentem latiorem, quam qua ego usus sum, adhibeant; eamque longo rectoque bacillo alligent, quo facile rectaque dirigatur ad eum semper colorem, cujus focus, ubi sit, requiritur; nullus dubito quin illis etiam melius hæc res sub manus succedat, quam mihi.

mihi ipsi successit experienti. Ego enim axem lentis ad mediam duntaxat partem colorum, quam potui proxime, direxi; quo pacto languidæ colorum extremitates, quia paulo remotiores essent ab axe, imagines sui minus distincte in chartam projiciebant, quam si axis lentis ad singulos colores ordine directus fuisset.

Jam ex his quæ dicta sunt manifestum est, radios, qui refrangibilitate inter se differunt, non convenire in unum focum; sed ita esse comparatos, ut, si a lucido puncto fluant, quod eodem intervallo a lente distet ex una parte, ac foci sui ex altera; tum focus radiorum maxime refrangibilium propius a lente absuturus sit, quam focus minime refrangibilium, amplius decimaquarta totius distantiæ: sin a lucido puncto fluant, quod a lente tanto sit intervallo remotum, ut ante incidendum jam pro parallelis inter se haberi possint; tum focus radiorum maxime refrangibilium propius a lente absuturus sit, quam focus minime refrangibilium, circiter 27^ma^ aut 28^va^ parte totius suæ distantiæ a lente. Porro diameter circuli in medio duorum istorum focorum intervallo siti, quem hi radii tum illuminant, cum ibi in aliquod planum axi perpendiculare incidant; (qui quidem circulus minimus est, in quem ii omnes convenire possint;) erit circiter 55^ta^ pars diametri aperturæ vitri. Adeo ut mirum sit conspicilla tubulata res objectas tam distincte exhibere posse, quam eas revera exhibent. At si omnes radii luminis ex æquo refrangibiles essent, error qui solummodo ex sphæricis vitrorum figuris orietur, sexcenties minor esset. Si enim vitrum objectivum telescopii sit plano-convexum, & plana ipsius facies ad rem objectam obvertatur; diameter autem sphæræ, cujus id vitrum segmentum sit, appelletur D; item semidiameter aperturæ vitri, vocetur S; & sinus incidentiæ e vitro in aërem, sit ad sinum refractionis, ut I ad R: radii qui incidunt paralleli ad axem vitri, diffusi erunt, eo in loco ubi objecti imago distinctissima exhibetur, in parvum circulum, cujus diameter erit $\frac{Rq}{Iq} \times \frac{S\,cub.}{D\,quad.}$ quamproxime; ut quidem collegi, computando errores radiorum per

 metho-

methodum ſerierum infinitarum, & rejiciendo terminos quorum quantitates nullius eſſent momenti. Exempli gratia: ſi ſinus incidentiæ I, ſit ad ſinum refractionis R, ut 20 ad 31; & D, diameter ſphæræ ad quam convexa vitri facies tornata eſt, ſit 100 pedum ſive 1200 unciarum; S autem, ſemidiameter aperturæ, ſit duarum unciarum: utique diameter parvi circuli ante dicti, (hoc eſt, $\frac{R\,q \times S\ cub.}{I\,q \times D\ quad.}$) erit $\frac{31 \times 31 \times 8}{20 \times 20 \times 1200 \times 1200}$ (ſive $\frac{961}{72000000}$) partes unius unciæ. Atqui diameter alterius parvi circuli, per quem nimirum radii inæquali ſua refrangibilitate diffuſi ſunt, erit circiter 55^{ta} pars aperturæ vitri objectivi; quam quidem aperturam jam poſuimus eſſe quatuor unciarum. Ergo error qui oritur a ſphærica figura vitri, ad errorem qui oritur a diverſa radiorum refrangibilitate, eſt ut $\frac{961}{72000000}$ ad $\frac{4}{55}$; hoc eſt, ut 1 ad 5449. Quare cum error ille adeo parvus ſit in comparationem, utique non eſt conſideratione dignus.

Verum hic quæri poteſt; ſi errores, qui ex diverſa radiorum refrangibilitate oriuntur, adeo ſint ingentes; qui ergo fiat, ut res objectæ per conſpicilla tubulata inſpectæ, tam diſtinctæ appareant, quam eas revera apparere experimur. Reſpondeo, hoc ideo ita ſe habere, quia radii errantes non uniformiter per totum id rotundum ſpatium diffuſi ſunt; ſed in centrum infinito, quam in aliam ullam circuli partem, denſius collecti ſunt; a centro autem ad uſque circumferentiam rareſcunt continuo, donec in ipſa tandem circumferentia infinite rari evadunt; & propter raritatem iſtam minus fortes ſunt, quam ut ſenſu percipi poſſint, niſi in ipſo centro aut propius ab eo. Sit enim A D E [*Fig.* 27.] iſtiuſmodi circulus, centro C & ſemidiametro A C deſcriptus; ſitque B F G minor circulus, eodem cum iſto A D E centro deſcriptus, ejuſque diametrum A C circuitu ſuo interſecans in B: biſeca autem A C in N. Jam, ut ego quidem calculum poſui, denſitas luminis in quovis loco B, erit ad denſitatem ejuſdem in N, ut A B ad B C; totumque lumen intra circulum minorem B F G, ad totum lumen

TAB. V.

men intra majorem A E D, erit ut excessus quadrati A C super quadratum A B, ad quadratum ipsius A C. Exempli gratia: si B C sit quinta pars istius A C; lumen in B quadruplo densius erit, quam in N; & totum lumen intra minorem circulum, ad totum lumen intra majorem, erit ut 9 ad 25. Ex quo manifestum est, lumen intra minorem circulum sensum multo fortius afficere debere, quam lumen illud debilius & in raritatem dilatatum, quod inter circumferentiam majoris minorisque circuli est circumcirca dispersum.

Verum & illud hic insuper observandum est, colorum prismate exhibitorum clarissimos & fulgentissimos esse flavum & aureum. Hi sensum fortius, quam reliqui simul universi, afficiunt: hisque proximi sunt claritate, colores ruber & viridis. Cæruleus, cum hisce comparatus, debilis est & tenebricosus color; indicus autem & violaceus, multo etiam istis languidior. Adeo ut ii, in colorum clariorum comparationem, parvi momenti sint habendi. Rerum igitur objectarum imagines collocandæ sunt, non in foco radiorum mediocriter refrangibilium, qui sunt in confinibus viridis & cærulei; sed in foco eorum radiorum, qui inter aureum colorem & flavum interjacent; eo in loco ubi color omnium lucidissimus est & fulgentissimus, hoc est, in colore flavo clarissimo, sive eo qui ad aureum propius quam viridem accedit. Atque horum quidem radiorum refractione, (quorum sinus incidentiæ & refractionis in vitro sunt ut 17 & 11,) dimetienda est refractio vitri & crystalli ad usus Opticos. Ponamus itaque corporis objecti imaginem in foco horum radiorum: jamque omnes radii flavi & aurei collecti erunt intra circulum, cujus diameter sit circiter 250ma pars diametri aperturæ vitri. Quod si his addideris clariorem partem dimidiam rubri, (eam scilicet quæ aureo proxima est,) & clariorem partem dimidiam viridis, (eam scilicet quæ flavo proxima est:) jam circiter $\frac{3}{5}$ partes luminis horum duorum colorum intra circulum ante dictum cadent, & $\frac{2}{5}$ partes extra eum cadent circumcirca; quæque luminis hujusce pars extra circulum cadet, ea per spatium fere altero tanto majus, quam quæ intra cadet,

diffundetur; ac proinde in toto, tribus fere tantis rarior erit facta. Ex reliqua autem parte dimidia colorum rubri & viridis, (hoc est, ex rubro tenebricoso saturatissimo & viridi saligneo,) circiter $\frac{1}{4}$ pars intra circulum prædictum cadet, & $\frac{3}{4}$ extra; quæque hujus luminis pars extra circulum cadet, ea per spatium circiter quatuor aut quinque partibus majus, quam quæ intra cadet, diffundetur: Ac proinde hoc lumen in toto rarius erit, idque circiter viginti quinque partibus, quam totum lumen intra circulum inclusum; quinimo, ut verius dicam, lumen hoc extra circulum, amplius triginta aut quadraginta partibus quam id quod est circulo inclusum, rarius erit; quippe color ruber extremus in fine coloratæ imaginis prismate effictæ, jam ante tenuis admodum & rarus fuerat; itemque viridis saligneus rarior aliquanto quam aureus ac flavus. Quare horum colorum lumen, cum sit tanto rarius quam id quod intra circulum cadat; utique sensum vix movere poterit. Præsertim cum color ruber saturatior, & viridis saligneus, hujusce luminis; colores sint multo, quam reliqui, fusciores. Eandem autem ob causam colores cæruleus & violaceus, cum sint etiam adhuc multo, quam illi, obscuriores; multoque etiam magis rarefacti; omnino negligi poterunt. Etenim densum illud clarumque lumen in circulo inclusum offundet obscurabitque rarum & languidum fusciorum horum colorum circumjectorum lumen; efficietque ut hi sensu percipi vix queant. Itaque puncti lucidi imago, quæ sensu percipi possit, vix excedet magnitudine circulum, cujus diameter sit 250ma pars diametri aperturæ vitri objectivi telescopii melioris: saltem non multo latior eo erit; si excipias languidum, obscurum, nubilumque admodum circumfusum lumen, cujus haud fere ullam habebit spectator rationem. Proinde in conspicillo tubulato, cujus apertura sit quatuor unciarum, & longitudo pedum centum; hæc imago non excedet $2'' \; 45'''$, aut $3''$. Et in conspicillo tubulato, cujus apertura sit binarum unciarum, & longitudo 20 aut 30 pedum; poterit esse $5''$ aut $6''$, vix autem major eo. Quod quidem experientiæ optime congruit. Etenim Astronomi quidam, per con-

conspicilla tubulata supra vicenos pedes, & infra sexagenos, longa; observarunt diametros stellarum fixarum, esse circiter 5″ aut 6″, aut summum 8″ aut 10″. Verum si vitrum ocularium, facis lychnive fumo leniter infuscatum sit, quo lumen stellæ obscuretur; jam languidum illud lumen, quod erat in circuitu stellæ, evanescet; stellaque ipsa (si vitrum satis sit fumo infuscatum) ad puncti Mathematici similitudinem propius accedet. Quam porro eandem ob causam, enorme illud lumen, quod est in circumferentia cujusque puncti lucidi, minus sentiri debet in brevioribus telescopiis, quam in longioribus; quia breviores minus luminis ad oculum transmittunt.

Cæterum Stellas fixas, ob immensam distantiam, instar punctorum esse, nisi quatenus earum lumen refractione dilatatur, inde constat; quod, ubi Lunam subeunt, eclipsin passuræ, lumen earum non gradatim (ut fit in planetis,) sed totum simul evanescit, &, finita eclipsi, totum simul in conspectum redit; aut certe intra spatium dimidii unius minuti secundi; refractione scilicet in atmosphæra Lunæ, tempus luminis & evanescentis & in conspectum denuo redeuntis, aliquantulum protrahente.

Quod si jam igitur ponamus puncti lucidi imaginem, quæ sensu percipi possit, latitudinem habere omnino 250 partibus minorem latitudine aperturæ vitri objectivi; at etiam hæc valde grandis est imago, si cum ea comparetur, quæ ex sphærica solummodo vitri figura fuisset oritura: etenim, absque diversa radiorum refrangibilitate esset, latitudo ejusdem imaginis in telescopio pedes centum longo, cujus apertura sit quatuor unciarum, omnino haud amplius $\frac{961}{72000000}$ partes unciæ foret complexura; uti ex præcedenti computatione liquet. Quare, in hoc casu, errores maximi qui e sphærica vitri figura oriantur, ad errores sensibiles maximos qui e diversa radiorum refrangibilitate oriantur, erunt summum ut $\frac{961}{72000000}$ ad $\frac{4}{250}$; hoc est, ut 1 duntaxat ad 1200. Ex quo abunde quidem

quidem apparet, conſpicilla tubulata quominus omnibus numeris perfecta atque abſoluta conſtrui queant, non utique ſphæricas vitrorum figuras, ſed diverſam radiorum ipſorum refrangibilitatem, in cauſa eſſe.

Adhæc aliud argumentum eſt quo itidem inferri poſſit, diverſam radiorum refrangibilitatem revera in cauſa eſſe, quamobrem conſpicilla tubulata omnibus numeris perfecta conſtrui nequeant. Etenim radiorum errores, qui quidem e ſphæricis vitrorum objectivorum figuris oriantur, ſunt ut cubi aperturarum vitrorum objectivorum: & exinde, quo teleſcopia varia longitudine res objectas ita varie amplificent, ut tamen illæ in ſingulis æque diſtinctæ appareant; aperturæ vitrorum objectivorum, potentiæque amplificandi, deberent eſſe ut cubi radicum quadratarum longitudinum tuborum: quod experientiæ non reſpondet. At radiorum errores ii, qui e diverſa refrangibilitate oriuntur, ſunt ut ipſæ aperturæ vitrorum objectivorum: & exinde, quo teleſcopia varia longitudine res objectas jam ita varie amplificent, ut tamen illæ in ſingulis æque diſtinctæ appareant; aperturæ, & potentiæ amplificandi, debent eſſe ut ipſæ radices quadratæ longitudinum. Idque, ut bene notum eſt, experientiæ reſpondet. Exempli gratia: teleſcopium 64 pedum in longitudinem, & cujus apertura ſit unciarum $2\frac{2}{3}$, rem objectam circiter centies & vicies amplificatam, tamen æque diſtinctam exhibet; ac teleſcopium unius pedis in longitudinem, & cujus apertura ſit $\frac{1}{3}$ unius unciæ, eam quindecies exhibet amplificatam.

Quod ſi jam radii non eſſent diverſe refrangibiles, conſpicilla tubulata multo, quam adhuc deſcripſimus, perfectiora conſtrui poſſent; componendo vitra objectiva ex binis vitris, incluſa intus aqua, conglutinatis. Sit ADFC [*Fig.* 28.] vitrum objectivum, compoſitum ex duobus vitris ABED & BEFC, ab exteriore ſui parte AGD & CHF conſimiliter convexis, & ab interiore ſui parte BME & BNE conſimiliter concavis; ſitque aqua in cavitatem BMEN concluſa. Porro ſit ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis e vitro in aërem, ut

TAB. V.

I ad R

I ad R; ex aqua autem in aërem, ut K ad R; & consequenter e vitro in aquam, ut I ad K. Diameter sphæræ, ad quam facies convexæ A G D & CHF tornatæ sint, esto D: diameterque sphæræ, ad quam facies concavæ B M E & B N E tornatæ sint, esto ad D, ut radix cubica illius KK —KI ad radicem cubicam illius RK—RI: jamque refractiones in concavis vitrorum faciebus, multum corrigent errores refractionum in convexis faciebus; quatenus quidem ii e sphærica vitri figura oriuntur. Atque hac quidem ratione conspicilla tubulata satis admodum perfecta atque absoluta construi possent; si utique diversa radiorum genera non forent diverse refrangibilia. Verum enimvero, propter diversam hancce refrangibilitatem, non equidem video qui fieri queat, ut conspicilla tubulata solis refractionibus excoli atque perfici possint; nisi forte ea ratione, quæ in eisdem amplius in longitudinem extendendis versatur, effici hoc quadantenus possit: quem quidem ad finem, nuperum *Hugenii* inventum optime videtur accommodatum. Etenim tubi prælongi valde molesti & incommodi sunt, & tractatu difficillimi; & præterea, propter nimiam longitudinem, facile incurvescunt & quatiuntur; eoque pacto efficiunt, ut res objectæ perpetuo tremere videantur, & non sine multo negotio distincte cerni queant: cum jam e contrario, adhibito *Hugenii* invento, & tractatu faciliora sint vitra; & specialiter vitrum objectivum, perticæ fortiori erectæque infixum, stabile ac firmum maneat.

Quandoquidem igitur refractionibus perficere conspicilla tubulata, quæ sint datarum longitudinum, in negotiis desperatis est; excogitavi quondam telescopium, quod res objectas reflexione inspiciendas exhiberet: utebar autem, loco vitri objectivi, metallo concavo. Diameter sphæræ, ad quam metallum concavum tornatum fuit, complectebatur circiter 25 uncias Anglicas; & consequenter longitudo instrumenti erat circiter unciarum $6\frac{1}{4}$. Vitrum ocularium plano-convexum erat; & diameter sphæræ, ad quam convexa ipsius facies tornata fuit, erat circiter $\frac{1}{5}$ unciæ, aut paulo infra id; ac proinde hoc vitrum rem

objectam triginta aut quadraginta tantis vero ampliorem repræsentabat. Alia computandi ratione, inveni illud circiter triginta quinque tantis specie ampliorem rem objectam exhibere. Metallum concavum id erat, quod aperturam unciæ unius & ⅓ ferre posset. Verum apertura definita erat, non circulo opaco marginem metalli circum obtegente, sed circulo opaco inter vitrum ocularium & oculum collocata, in cujus medio parvum rotundum foramen erat, per quod radii ad oculum transmitterentur. Etenim circulus iste ibi collocatus, intercipiebat plurimum errantis luminis, quo aspectus alioquin interturbatus fuisset. Quum hoc instrumentum cum conspicillo tubulato satis bono, quod in longitudinem haberet quatuor pedes, & cujus vitrum ocularium concavum esset, compararem; e loco longinquiore, mei instrumenti ope, quam istius conspicilli, literas legere poteram. Attamen in meo instrumento corpora objecta multo, quam in isto conspicillo vitreo, tenebrosiora videbantur; partim quia plus luminis inter reflectendum a metallo, quam inter refringendum a vitro, intercidebat & amittebatur; & partim, quia instrumentum meum nimium ad amplificandum esset comparatum. Etenim si meum instrumentum corpora objecta non amplius triginta aut viginti quinque tantis vero ampliora exhibuisset; utique illa clariora jam & lucidiora in eo apparuissent. Duo hujusmodi instrumenta, ante hos annos circiter sexdecim, construxi: quorum alterum adhuc apud me est; ipsumque quam vera sint, quæ scribam, cuilibet demonstrare poterit. Veruntamen id diuturnitate temporis paulo deterius est factum. Etenim metalli concavi nitor sæpius infuscatus fuit; qui tamen nitor, corii mollioris affrictu, iterum est restitutus. Cum hæc instrumenta confecissem; artifex Londinensis id sibi sumpsit, ut ea imitaretur. Verum cum ille metallum alia ratione poliret, quam ego fecissem; ejus instrumentum multum infra mei bonitatem cecidit; uti ex opifice inferiori, qui illi hac in re operam dederat, postea audivi. Cæterum ego quidem metallum hac ratione perpolivi. Duas laminas cupreas, alteram convexam, concavam alteram, uncias senas,

ſenas diametro complectentes, & inter ſe optime aptatas, accipiebam. Harum ſuper ea quæ convexa erat, metallum objectivum concavum, quod erat mihi poliendum, atterebam uſque eo, donec in figuram laminæ convexæ reſpondentem tornatum eſſet, & ad polituram eſſet paratum. Tum laminam convexam pice liquefacta deſuper inſtillata valde tenuiter inducebam, calefaciebamque interea, ut pix tamdiu mollis permaneret, dum eam lamina cuprea concava contererem nonnihil madefacta, quo lamina convexa pice ex æquo uſquequaque diffuſa induceretur. Atque hoc quidem pacto, attritis diutule inter ſe lamellis, picem in ſummam tenuitatem diducebam. Cumque lamina convexa refrigerata eſſet, picem iterum, admota concava lamina, conterebam; ut figuram ſortiretur quam poſſet maxime aptam atque accuratam. Tum ſtanni uſti aliquantum, quod a particulis ſuis craſſioribus multa lotura ſeparaſſem, & in ſummam ſubtilitatem coegiſſem, pici iſti ſuperinjectum, admota iterum lamina cuprea concava, conterebam uſque eo, donec ſtridere deſiit: & deinde ſuper pice metallum objectivum, brachio celeriori, & pluſculo virium adhibito, ad duo circiter triave minuta, atterebam. Tum ſtannum uſtum denuo pici eidem ſuperinjectum, admota iterum lamina cuprea concava conterebam, donec rurſus ſtridere deſiit: & deinde ſuper pice metallum objectivum, ut prius, atterebam. Hocque idem ſæpius iterabam, donec metallum eſſet perpolitum. Ad extremum autem enixius jam, abhibitis totis viribus, atque etiam diutius illud atterebam; picemque, nullo amplius ſuperinjecto ſtanno uſto, ſufflabam identidem, ut ea humida permaneret. Metallum hoc objectivum, latum erat uncias duas, & circiter tertia unciæ parte craſſum, ne forte inflecti poſſet. Duo hujuſmodi metalla habui: & cum utrumque poliviſſem, explorabam utrum eorum melius eſſet: alterumque iterum atterebam, ſi forte ut id adhuc melius eſſet illo, quod apud me ſervaveram, efficere poſſem. Atque hoc pacto, ſæpe experiundo, metalli expoliendi rationem edidici; donec tandem bina illa conſpicilla ſuperius memorata, quæ res objectas reflexione inſpiciendas præberent, fabricaverim. Etenim

nim hæc metalli perpoliendi ars assiduo usu melius, quam præceptis omnibus, edisci poterit. Antequam metallum objectivum super pice attererem; semper stannum ustum, admota lamina cuprea concava, prius super eadem atterebam, usque eo, donec stridere desiit: quoniam stanni usti particulæ, nisi pici hoc modo ita sint infixæ, uti nulla ex parte possint se torquendo excitare; sese hac illac provolvendo interradent metallum objectivum, parvisque innumeris foraminibus asperum id & inæquale facient.

Verum quandoquidem metallum multo, quam vitrum, difficilius est politu; & postquam politum est, facillime, infuscato nitore suo, ineptum fit ad usus opticos; atque etiam omnino luminis minus reflectit, quam vitrum argento vivo indutum: suaderem equidem, ut, loco metalli, vitrum adhibeatur, ab anteriore sui parte concavum, a posteriori autem parte ex æquo convexum, & ab ista convexa quidem parte argento vivo indutum. Vitrum usquequaque una eademque prorsus crassitudine sit oportet. Alioqui res objectas coloribus variatas exhibebit, & minus distinctas. Hujusmodi vitro adhibito, conatus sum ante hos quinque aut sex annos telescopium reflectens construere, quod cum in longitudinem esset quatuor pedum, corpora objecta circiter centies & quinquagies vero ampliora repræsentaret: planeque adductus eram ut crederem, quo hoc inventum omnibus numeris perfectum atque absolutum reddi possit, nihil præter artificem peritum deesse. Etenim vitrum quo utebar, ab artifice quodam Londinensi politum, eodem modo ac vitra ad conspicilla tubulata poliri solent; quamvis non minus bene expolitum, quam esse solent vitra objectiva, videretur; tamen, cum deinde argento vivo indutum esset, apparebat jam ex reflexione innumeris id undique inæqualitatibus crispum esse. Quæ quidem inæqualitates, quominus objecta in instrumento jam dicto cerni distincte potuerint, effecerunt. Nam errores radiorum reflexorum ex quavis vitri inæqualitate orti, circiter sextuplo grandiores sunt, quam errores radiorum refractorum ex eisdem vitri inæqualitatibus orituri. Attamen ex hoc experimento illud intellexi; refle-

reflexionem a concava vitri facie, quæ ne omnia perturbaret metueram, nihil hic incommodi, quod quidem sensu percipi potuerit, attulisse; & consequenter, quominus hujusmodi telescopia omnibus numeris perfecta construi queant, nihil plane deesse præter peritos opifices, qui vitra perpolire & in sphæræ figuram accurate tornare calleant. Vitrum objectivum ad telescopium quatuordecim pedum, ab artifice quodam Londinensi expolitum, ipse quondam multo melius feci, atterendo id super picem stanno usto conspersam; levi autem ac molli brachio hoc faciebam, ne stannum ustum id interraderet. Annon vitra ad reflectendum comparata, eadem ratione satis bene perpoliri possint; equidem nondum expertus sum. Verum quicunque hac vel alia quavis, quæ ei visa fuerit, vitrorum poliendorum ratione uti volet; certe debebit is vitra ad polituram præparanda, leviori prius manu atterere; & minus virium, quam solent opifices Londinenses in vitris suis tornandis, adhibere. Etenim vitra nimis violenter appressa, ne flectantur nonnihil inter atterendum, periculum erit. Si autem inflectantur, omnino figura eorum vitiabitur. Quo igitur horum vitrorum reflectentium speculationem istiusmodi artificibus, qui vitrorum figurandorum curiosiores sint, amplius commendem; conspicillum antedictum in sequenti propositione singulatim describam.

ROPOSITIO VIII. PROBLEMA II.

Conspicilla tubulata in brevitatem contrahere.

SIT *a b d c* [*Fig.* 29.] vitrum, ab anteriore sui parte *b a* TAB. V. sphærice concavum; a posteriori autem parte *c d*, ex æquo convexum: adeo ut usquequaque una eademque sit crassitudine. Cave inæquali crassitudine sit; ne res objectas coloribus variatas exhibeat, & minus distinctas. Sit porro accurate expolitum, & a posteriore sui parte argento vivo indutum; inque tubo *v x y z*, qui intus valde niger sit oportet, apte in-

 fixum

fixum. Sit *e f g* prisma vitreum aut cryſtallinum, prope ab altera tubi extremitate, in medio collocatum; hoc eſt, anſæ æneæ aut ferreæ *f g k*, ab extremo ſe in latitudinem laxanti atque complanatæ, agglutinatum. Sit priſmatis iſtius angulus *e* rectus; reliqui autem duo anguli *f* & *g* inter ſe accurate æquales, & conſequenter ſemirecti: ſintque planæ facies *f e* & *g e* quadratæ; & conſequenter tertia facies *f g* parallelogrammum rectangulum, cujus longitudo ad latitudinem ſuam erit in ſubduplicata proportione duorum ad unum. Sit priſma iſtud in tubo ita collocatum, ut axis ſpeculi per mediam faciem quadratam *e f* ad perpendiculum tranſeat, & conſequenter per mediam faciem *f g* in angulo 45 graduum. Obvertatur facies *e f* ad ſpeculum: diſtentque priſma & ſpeculum inter ſe tali intervallo, ut radii luminis *p q*, *r s*, &c. qui in ſpeculum incidunt in lineis axi ipſius parallelis, ingrediantur in priſma per faciem *e f*, & reflectantur a facie *f g*, indeque per faciem *g e* exeant ad punctum *t*, quod communem eſſe focum oportet ſpeculi *a b d c*, & vitri ocularii plano-convexi *h*, per quod radii iſti ad oculum egrediantur. Denique radii jam e vitro illo egredientes, tranſmittantur per tenue rotundum foramen, ſive aperturam, in parva lamella ex plumbo, ære, argentove, qua vitrum obtegi oportet: idque foramen ea ſit magnitudine, quæ omnino ad tantum luminis tranſmittendum, quantum ad videndum ſatis ſit, neceſſaria fuerit. Etenim eo pacto res objecta diſtincte videbitur; quippe lamina, in qua id foramen ſit, lucem illam omnem errantem, quæ forte a marginibus ſpeculi *b a* advenerit, intercipiet. Hujuſmodi inſtrumentum bene apteque conſtructum, ſi in longitudinem habeat ſex pedes, (computando longitudinem iſtam a ſpeculo ad priſma, & inde ad focum *t*,) feret aperturam in ſpeculo ad ſex ipſas uncias; & rem objectam ducentis aut trecentis partibus ſpecie ampliorem repræſentabit. Verum apertura hic commodius foramine *h* definitur, quam ſi in ipſo ſpeculo definita eſſet. Si inſtrumentum longius breviuſve faciendum ſit; apertura debebit proportione eſſe, ut cubus radicis quadra-

quadrato-quadratæ longitudinis; & amplificandi potentia, ut apertura. Cæterum conveniens erit, ut speculum sit uncia una minimum aut duabus latius, quam apertura: itemque ut vitrum, ex quo speculum constat, crassum sit; ne inter poliendum forte inflectatur. Prisma *e f g* tam parvum esse debet, quam possit commode fieri; & posteriorem ipsius faciem *f g* argento vivo indui non oportebit. Quippe sine argento vivo ea lumen omne, quod sibi e speculo inciderit, reflectet.

In hoc instrumento res objecta videbitur inversa: verum erigi poterit, efficiendo ut facies quadratæ *e f* & *e g* prismatis *e f g*, non jam planæ, sed sphærice convexæ sint; ut radii tam antequam in prisma incidant, quam postea inter id & vitrum ocularium, se decussatim secent. Porro, si postuletur ut hoc instrumentum ampliorem aperturam ferat; id etiam ita fieri poterit, si speculum componatur ex duobus vitris, inclusa intus aqua, conglutinatis.

Veruntamen si id omne demum, quod quis expectare aut sibi proponere queat, arte posset effici; nihilominus certi essent limites, ultra quos telescopia nullo modo perfici possent. Etenim aer, quem transpicimus, perpetuo tremit; uti videre est ex metu tremulo umbrarum de turribus altis projectarum, & ex Stellarum fixarum scintillatione. At Stellæ istæ non scintillant, cum aspiciuntur per telescopia, quæ latas habent aperturas. Etenim luminis radii, qui per diversas partes aperturæ transeunt, tremunt singuli seorsum; variisque & contrariis tremoribus incidunt uno eodemque tempore in diversa puncta in fundo oculi; celerioribus utique motibus, & confusioribus, quam ut separatim sensu percipi possint. Quæ quidem omnia puncta, constituunt unum latum punctum lucidum, compositum ex multis illis punctis trementibus, motu celerrimo & vibrationibus brevissimis inter se confuse & insensibiliter permixtis; efficiuntque ut Stella justo latior videatur, itemque sine ullo totius tremore, qui quidem sensu percipi possit. Telescopia longa efficere poterunt ut objecta videantur lucidiora & ampliora;

pliora: at nullo modo ita comparari, ut confusioni isti, quæ ex aëris tremoribus oritur, remedium afferre queant. Remedium unicum est aer serenissimus, qualis fortean in summis montium altissimorum verticibus supra nubes crassiores reperiatur.

OPTI-

OPTICES
LIBER PRIMUS.
PARS SECUNDA.

PROPOSITIO I. THEOREMA I.

Phænomena colorum in refracto aut reflexo lumine, non oriuntur ex novis modificationibus luminis, quæ, pro variis luminis umbræque terminationibus, varie sint impressæ.

Probatio ab Experimentis desumpta.

EXPERIMENTUM I.

ETENIM si Solis radius in cubiculum valde tenebricosum immittatur per foramen oblongum F, [*Fig.* 1.] TAB. I. cujus latitudo sit $\frac{1}{6}$ aut $\frac{1}{8}$ unciæ, vel paulo minor eo; isque radius FH trajiciatur deinde, primo per prisma amplissimum ABC, quod intervallo circiter viginti pedum a foramine distet, eique parallelum sit; postea autem transeat (alba nimirum istius radii

L pars)

pars) per corporis nigri & opaci G I foramen oblongum H circiter $\frac{1}{40}$ aut $\frac{1}{80}$ unciæ parte latum, quod intervallo duorum triumve pedum a prismate, situque tum ad ipsum prisma tum ad prius foramen parallelo, sit collocatum; sique hoc lumen album, ita per foramen H transmissum, incidat deinceps in chartam albam *p t*, ultra id foramen H, interjecto trium quatuorve pedum intervallo, collocatam; ibique depingat solitos prismatis colores; puta rubrum ad *t*, flavum ad *s*, viridem ad *r*, cæruleum ad *q*, & violaceum ad *p*: si hæc, inquam, ita disposita sint; poteris, interponendo virgulam ferream, aut aliud quodlibet tenue opacum corpus, cujus latitudo sit circiter $\frac{1}{10}$ unciæ; eoque pacto intercipiendo radios ad *k*, *l*, *m*, *n*, vel *o*; efficere, ut colorum unus quilibet ad *t*, *s*, *r*, *q*, aut *p*, evanescat; dum reliqui, ut prius, in charta adhuc apparebunt, nihil immutati: vel, interposita virgula paulo latiori, efficere poteris ut colores bini quilibet, ternive, aut quaterni, nihil mutatis reliquis, evanescant: adeo ut colorum alius quilibet, æque ac violaceus, possit exterior fieri in confinibus umbræ ad *p*; & alius quilibet, æque ac ruber, possit exterior fieri in confinibus umbræ ad *t*; item quilibet eorum possit confinis esse ei umbræ, quæ, interpositu virgulæ R intermediam aliquam luminis partem intercipientis, in medio imaginis intra ipsos colores fiat; & denique quilibet eorum, si interceptis reliquis, solus relinquatur, possit umbræ ex utraque sui parte simul confinis esse. Scilicet singuli colores, quælibet umbrarum confinia sine ullo discrimine ferunt: & consequenter horum colorum diversitas inter se, non oritur (quomodo philosophi adhuc docuerunt) ex diversis umbrarum confiniis, quibus lumen varie modificetur. Cæterum id in hisce experimentis capiendis observandum est: quanto foramina F & H tenuiora fiant, eorumque ac prismatis intervalla sint majora, cubiculumque tenebrosius sit factum; tanto melius sub manus succedere experimentum; modo lumen non usque eo diminuatur, quin colores ad *p t*, satis adhuc clare discerni queant. Prisma ex vitro quidem solidum comparare, quod ad hoc experimentum satis magnum sit, difficile

cile fuerit. Quare vas ex laminis vitreis perpolitis, in formam prismatis, inclusa intus aqua salsa vel oleo claro, conglutinatis adhiberi poterit.

EXPERIMENTUM II.

Solis luminis radius in cubiculum tenebricosum per foramen F [*Fig.* 2.] rotundum & semuncia latum immissus, transibat TAB. I. primo per prisma A B C foramini isti admotum, & deinde per lentem P T paulo amplius quatuor uncias latam, & circiter octo pedibus a prismate distantem; indeque convergebat ad O, focum lentis, circiter tribus pedibus ab ipsa lente distantem; quo in loco incidebat denique in chartam albam D E. Quando charta ista lumini incidenti objecta erat ad perpendiculum, quomodo in positu D E depicta est; colores universi, ei in O incidentes, albi apparebant. At quando charta circa axem suum prismati parallelum ita convertebatur, ut ad lumen valde facta esset inclinata; quomodo in positionibus *e d* & *ε δ* depicta est: jam illud idem lumen in uno casu flavum atque rubrum apparebat, in altero cæruleum. Hic una eademque luminis pars, in uno eodemque loco, pro variis chartæ inclinationibus, uno in casu alba apparebat, in alio flava aut rubra, in alio cærulea; interea dum luminis umbræque confinium, prismatisque refractiones, in hisce omnibus casibus plane eadem manebant, nihilque immutata.

EXPERIMENTUM III.

Aliud consimile experimentum facilius etiam hoc modo capi poterit. Amplior Solis luminis radius per fenestræ operculi foramen in cubiculum tenebricosum transmissus, refringatur majori prismate A B C, [*Fig.* 3.] cujus angulus refringens C TAB. I. sit amplius sexaginta graduum: & simul ut primum iste radius e prismate exierit, incidat deinceps in chartam albam D E, a tergo inspissatam ad rigiditatem. His ita dispositis: quum

 charta

charta lumen illud excipiat ad perpendiculum objecta, quomodo ad D E depicta est; id super charta videbitur album plane: quum autem charta ad lumen valde sit inclinata, ita tamen ut axi prismatis semper parallela sit; utique ejus totius luminis albor, qui super charta visus fuerat, jam pro eo ac charta in hanc vel illam partem inclinata sit, immutabit se vel in colorem flavum & rubrum, ut in positu *e d*; vel in cæruleum & violaceum, ut in positu *ε δ*. Quod si id lumen, antequam in chartam incidat, duobus prismatibus inter se parallelis bis fuerit refractum ad easdem partes; jam colores ante dicti, multo evidentiores clarioresque videbuntur. In hoc experimento, mediæ omnes partes latioris illius albi luminis radii, qui in chartam incidebat, utique sine ullo umbræ confinio, qua modificari possent, factæ sunt colorata; idque ea ratione, ut unum eundemque colorem usquequaque induerint; quippe cum in medio chartæ idem semper, atque in extremis, color esset; isque color se pro varia chartæ reflectentis obliquitate immutaret, sine ulla vel refractionum vel umbræ vel luminis ipsius in chartam incidentis mutatione. Quare horum colorum causa, non novis luminis modificationibus, quæ ex refractionibus scilicet atque umbris ortum habeant, sed omnino alii alicui rei tribuenda est.

Quod si jam ea causa, quæ sit, quæratur: Respondeo; chartam in positu *e d*, quum radiis magis refrangibilibus obliquius quam minus refrangibilibus objecta sit, utique a posterioribus fortius quam a prioribus illuminari; ac proinde radios minus refrangibiles tum in lumine reflexo prævalere & dominari: qui quidem radii, ubicunque prævalent, lumen semper colore rubro aut flavo inficiunt; uti ex prima propositione primæ Partis hujus Libri quodam modo apparere potest, & uberius infra comprobabitur. Quum autem charta in positu *ε δ* collocata sit; omnia tum contra, ac dicta sunt, eveniunt: radiis nimirum magis refrangibilibus, qui lumen colore cæruleo & violaceo semper inficiunt, tum prævalentibus.

EXPERI-

EXPERIMENTUM IV.

Colores bullarum, quibus pueri ludere solent, varii sunt; situmque suum, nulla habita umbræ confinii ratione, varie immutant. Si hujusmodi bulla vitro concavo tecta sit, quominus vento aliove ullo aeris motu agitetur; colores situm suum lente & regulariter mutabunt, etiam dum oculus & bulla & corpora omnia, quæ vel lumen emittant, vel umbram projiciant, immota manent. Itaque colores hujusmodi bullarum oriuntur ex causa aliqua regulari, quæ ex umbræ confinio nullo modo pendet. Ea autem causa, quæ sit, in secundo Libro ostendetur.

Ad hæc experimenta addi potest decimum experimentum primæ Partis hujus Libri; ubi Solis lumen in cubiculo tenebricoso per parallelas binorum prismatum in formam parallelopipedi colligatorum superficies trajectum, cum jam e prismatibus emergeret, ex toto flavum aut rubrum apparebat uniformiter. Ad quorum quidem colorum generationem, nihil omnino conferre poterat confinium umbræ. Etenim id lumen se ex albo in flavum, aureum, & rubrum, ex ordine mutat; sine ulla umbræ confinii mutatione. Et in ambobus extremis luminis emergentis lateribus, ubi contraria umbræ confinia contrarios effectus obtinere deberent, color unus idemque est, sive sit albus, flavus, aureus, sive ruber. Atque etiam in medio luminis emergentis, ubi nullum est omnino umbræ confinium, color idem est plane qui in extremis: nempe totum lumen, cum primum emergit, unius est plane ac uniformis coloris, sive is sit albus, flavus, aureus, sive ruber; indeque progreditur sine ulla amplius coloris mutatione, qualem umbræ confinium in lumine refracto post emergendum efficere vulgo creditur. Neque vero fieri potest, ut colores isti ex novis aliquibus modificationibus a refractione lumini impressis oriantur: quippe illi quidem se ex albo in flavum, aureum, & rubrum, ordine immutant; dum refractiones plane eædem manent: atque etiam refractiones istæ a superficiebus inter se parallelis, quæ suos ipsarum invicem effec-

tus retexunt, in contrarias partes factæ sunt. Colores isti igitur non oriuntur ex ullis modificationibus, quas refractiones vel umbræ lumini imprimere potuerint; sed ex alia aliqua causa oriantur necesse est. Ea autem causa quæ sit, supra in decimo illo experimento ostendimus; & quæ ibi dicta sunt, nihil opus est ut hic repetamus.

Aliud adhuc hujus experimenti adjunctum est, non parvi momenti. Cum enim id lumen emergens refringatur iterum tertio prismate H I K [*Fig.* 22. *Par.* 1.] in chartam P T, ibique depingat solitos prismatis colores, rubrum, flavum, viridem, cæruleum & violaceum: si jam colores isti ex eo orirentur, quod id prisma lumen aliquo modo refractionibus suis modificaret; utique illi non inessent in eo lumine, jam antequam id in prisma istud incideret. Attamen in experimento ante dicto res ita se habuit, ut cum, convertendo bina priora prismata circa axem suum communem, colores omnes, excepto rubro evanescerent; id lumen, quod colorem rubrum exhibuit, jam solum relictum, apparuerit eodem plane colore rubro, etiam antequam in tertium prisma incideret. Et in universum quidem ex aliis experimentis rem ita se habere comperimus, ut cum radii, qui refrangibilitate inter se differant, a se invicem separati sint; eorumque unum quodvis genus seorsum consideretur; color, quem illi tum constituunt, non possit ulla refractione aut reflexione, quæcunque ea sit, mutari: quomodo omnino sane mutari deberet, si colores nihil aliud essent, quam modificationes lumini a refractionibus, reflexionibus, umbrisque impressæ. Hanc porro coloris immutabilitatem, superest ut in sequenti propositione describam.

TAB. IV. PART. I.

PRO-

PROPOSITIO II. THEOREMA II.

Omne lumen homogeneum, colorem habet proprium & suum, refrangibilitati suæ respondentem; isque color nullis reflexionibus aut refractionibus mutari potest.

IN experimentis quartæ propositionis primæ Partis hujus Libri; cum radios heterogeneos a se invicem separassem; imago *p t* ex radiis a se invicem separatis composita, videbatur ab usque una extremitate *p*, quo radii maxime refrangibiles incidebant, ad alteram extremitatem *t*, quo radii minime refrangibiles incidebant, induta coloribus ex ordine, violaceo, indico, cæruleo, viridi, flavo, aureo, rubro, innumerisque intermediis coloribus, per differentias quam minimas ab uno extremo ad alterum extremum pergentibus, & serie continuata in se invicem perpetuo desinentibus. Adeo ut totidem esse viderentur colores, quot essent radiorum inter se refrangibilitate differentium genera: qui tamen omnes sub speciebus & nominibus colorum septem principalium prædictorum comprehendi possint, tanquam eorum gradus innumeri.

EXPERIMENTUM V.

Jam colores hosce non potuisse refractione mutari, inde intellexi, quod quum luminis istius modo unam exiguam partem, modo aliam exiguam partem, prismate refringerem; quomodo in duodecimo experimento primæ Partis hujus Libri expositum est; color luminis nunquam ea refractione esset quicquam omnino immutatus. Cum enim rubri luminis pars ulla refringeretur; ea omnis semper eodem plane colore rubro permansit, ac fuerat initio. Nihil coloris aurei, nihil flavi, nihil viridis, nihil cærulei, nihil ullius novi coloris, ea unquam refractione eliciebatur. Neque vero sæpius repetitis refractionibus color iste quicquam omnino immutabatur; sed semper idem prorsus

prorsus color ruber permansit, qui fuerat initio. Eandem quoque constantiam & immutabilitatem in cæruleo, viridi, cæterisque coloribus inveniebam. Similiter, quum per prisma oculo admotum, corpus aliquod parte ulla luminis hujusce homogenei illuminatum inspicerem; quomodo in decimoquarto experimento primæ Partis hujus Libri expositum est; nullum unquam colorem novum ea ratione generatum observare potui. Omnia corpora lumine heterogeneo quidem illuminata, confusa admodum (uti supra dictum est) per prisma inspicienti, variisque novis induta coloribus videntur. At corpora lumine homogeneo illuminata, nihilo minus distincta per prisma inspicienti, neque aliis coloribus induta videbantur, quam cum nudis oculis aspicerentur. Omnino colores ipsorum, refractione interpositi prismatis nihil quicquam immutabantur. Cæterum cum coloris mutationem nullam hic esse factam dico, id ita dictum velim, ut de mutatione quæ sensu percipi possit, intelligatur. Etenim lumen quod ego hic appello homogeneum, cum non sit plane perfecteque homogeneum; utique ex perpaululo, quod ei adhuc admixtum sit, heterogenei luminis, perexigua aliqua coloris mutatio oriatur necesse est. Verum si id heterogenei luminis tam pusillum sit factum, quam experimentis ante dictis quartæ propositionis fieri possit; sane illa coloris mutatio minor erit, quam quæ sensu percipi queat; ac proinde in experimentis, quæ sint sensus judicio existimanda, pro nulla haberi debet.

EXPERIMENTUM VI.

Porro, ut colores isti nulla refractione, sic neque ulla reflexione, immutari potuerunt. Etenim corpora omnia, quæ essent natura colore albo, cinereo, rubro, flavo, viridi, cæruleo, aut violaceo: ut charta, cineres, minium, auripigmentum, indicum, cæruleum montanum, aurum, argentum, cuprum, herba, cyanus, viola, bullulæ aquæ variis coloribus indutæ, plumæ pavoniæ, ligni nephritici infusio, & similia; ea in lumine rubro homogeneo posita, plane rubra videbantur; in lumine cæruleo

ruleo, plane cærulea; in lumine viridi, plane viridia: & in universum, quicunque color esset homogenei luminis, in quo hujusmodi corpora collocata essent; istum illa omnia semper exhibebant colorem; eo solum discrimine, quod illorum alia lumen istud fortius reflecterent, alia languidius. Nullum autem unquam corpus inveni, quod luminis homogenei colorem reflectendo immutare potuerit, ita quidem ut res sensu perciperetur.

Ex quibus omnibus manifestum est, si Solis lumen ex uno solo radiorum genere constaret, futurum utique ut unus omnino omnium esset rerum color; neque ullo modo fieri posset, ut reflexionibus aut refractionibus ullus unquam novus color generaretur. Unde consequens est, colorum eam quam videmus varietatem, omnino ex compositione luminis oriri atque pendere.

D E F I N I T I O.

ID homogeneum lumen, sive radios eos, qui colorem rubrum exhibent, vel potius qui efficiunt ut corpora objecta colorem rubrum exhibeant; eos ego *rubrificos* sive *rubros* appello: quique efficiunt ut corpora objecta colore flavo, viridi, cæruleo, aut violaceo videantur; eos radios *flavos*, *virides*, *cæruleos*, aut *violaceos* appello. Et quandocunque lumen sive radios, coloratos vel coloribus imbutos dicere videar; id semper ita dictum velim, ut non philosophice & proprie, sed ad vulgus id dictum intelligatur; sive congruenter ideis istis, quas vulgus, cum hujusmodi experimenta videant, sibi animo fingere solent. Etenim radii, si proprie loqui velimus, non sunt colorati. In eis nihil aliud inest, nisi potentia quædam sive dispositio, qua ita comparati sunt, ut sensum hujus vel illius coloris in nobis excitent. Quemadmodum enim sonus in campana aut chorda musica aut quovis corpore sonante, nihil aliud est nisi motus quidam tremulus; & in aere, nihil aliud nisi motus iste a corpore sonante propagatus; in sensorio autem, sensus motus istius sub forma soni: sic colores, in rebus quidem objectis,

objectis, nihil aliud sunt nisi dispositio, qua illæ hoc vel illud genus radiorum copiosius quam cæteros reflectunt; & in radiis, nihil aliud nisi dispositio, qua illi hunc vel illum motum ad sensorium transmittunt; in sensorio autem, sensus motuum istorum sub forma colorum.

PROPOSITIO III. PROBLEMA I.

Definire refrangibilitatem diversorum generum homogenei luminis, coloribus suis diversis respondentem.

AD hoc problema expediendum, subjectum experimentum excogitavi.

EXPERIMENTUM VII.

Quum imaginis coloratæ prismate effictæ latera rectilinea A F, G M, [*Fig.* 4.] ut distinctis terminis finirentur effecissem, ea TAB. I. ratione quæ in quinto experimento primæ Partis hujus Libri exposita est; reperiebantur in ea omnes colores homogenei, eodem ordine eodemque situ inter se dispositi, ac in imagine ex lumine simplicissimo composita, quam in quarta propositione ejus primæ Partis descripsimus. Etenim circuli, qui imaginem ex lumine composito P T constituunt, quique in mediis partibus imaginis valde inter se permixti sunt; iidem in extremis partibus, ubi rectilinea ipsius latera A F & G M tangunt, non sunt commixti: quam quidem ob causam in istis rectilineis lateribus, cum utique illa distincte definita sint, nullus novus color refractione generatur. Observabam etiam, quum quolibet in loco inter duos extremos circulos T M F & P G A, linea aliqua recta, ut $\gamma\,\delta$, imagini transversa, ita ducta esset, ut utroque sui extremo in rectilinea imaginis latera ad perpendiculum incideret; apparuisse semper unum eundemque colorem, atque etiam eundem coloris istius gradum, in tota illa linea ab una usque extremitate ad alteram. Delineabam itaque in charta perime-

rimetrum imaginis F A P G M T; cumque tertium experimentum primæ Partis hujus Libri caperem, chartam istam ita collocabam, ut imago colorata in diagramma super charta delineatum incideret, & in id apte accurateque conveniret. Quod cum fieret, jussi ut amicus qui interfuit, & cujus oculi coloribus discernendis acriores quam mei essent, notaret lineis rectis $\alpha\beta$, $\gamma\delta$, $\epsilon\zeta$, *&c.* imagini in transversum ductis, confinia colorum; nimirum coloris rubri, $M\alpha\beta F$; aurei, $\alpha\gamma\delta\beta$; flavi, $\gamma\epsilon\zeta\delta$; viridis, $\epsilon\eta\theta\zeta$; cærulei, $\eta\iota\kappa\theta$; indici, $\iota\lambda\mu\nu$; & violacei, $\lambda G A\mu$. Atque hac quidem operatione, cum eam sæpius & in eadem & in diversis chartis iterassem, observationesque bene inter se congruere comperissem, inveniebam rectilinea imaginis latera M G & F A a lineis illis transversis in proportionem chordæ musicæ esse divisa. Producatur igitur G M ad X, ita ut M X æqualis sit ipsi G M; & concipiantur G X, λX, ιX, ηX, ϵX, γX, αX, & M X, eam inter se proportionem habere, quam habent numeri 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$; atque adeo repræsentare chordas clavis, & toni, tertiæ minoris, quartæ, quintæ, sextæ majoris, septimæ, & octavæ supra istam clavim: jamque intervalla $M\alpha$, $\alpha\gamma$, $\gamma\epsilon$, $\epsilon\eta$, $\eta\iota$, $\iota\lambda$, & λG, erunt ipsa spatia, quæ colores singuli, ruber, aureus, flavus, viridis, cæruleus, indicus & violaceus, occupent.

Quoniam autem hæc intervalla, sive spatia, subtendunt differentias refractionum radiorum illorum, qui proficiscuntur ad colorum ante dictorum limites, hoc est, ad puncta M, α, γ, ϵ, η, ι, λ, G; utique hæc intervalla, sine errore sensibili, poterunt existimari proportionalia differentiis sinuum refractionis eorundem radiorum, unum communem sinum incidentiæ habentium. Quare, cum communis radiorum maxime minimeque refrangibilium sinus incidentiæ e vitro in aerem, sit proportione (quomodo ratione supra exposita comperimus) ad eorundem refractionis sinus, ut 50 ad 77 & 78; divide jam differentiam istorum sinuum refractionis 77 & 78, simili proportione ac linea G M dictis intervallis divisa est; & habebis 77, $77\frac{1}{8}$, $77\frac{1}{5}$, $77\frac{1}{3}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{2}{3}$, $77\frac{7}{9}$, 78, sinus refractionis diver-

ſorum radiorum ante dictorum e vitro in aerem tranſeuntium, cum communis omnium ſinus incidentiæ ſit 50. Itaque ſinus incidentiarum radiorum omnium rubrorum e vitro in aerem, fuerunt ad ſinus refractionum ſuarum, proportione non majori quam 50 ad 77, nec minori quam 50 ad $77\frac{1}{8}$; ſed proportiones omnes intermedias habuerunt. Similiter ſinus incidentiarum radiorum viridium, ad ſinus refractionum ſuarum, proportiones omnes habuerunt, inter eam quæ eſt 50 ad $77\frac{1}{3}$, & eam quæ eſt 50 ad $77\frac{1}{2}$. Atque itidem limitibus ante dictis, radiorum omnium ad reliquos quoque colores pertinentium refractiones definiebantur; ſinibus radiorum rubrorum progredientibus ſcilicet, a 77 ad $77\frac{1}{8}$; aureorum, a $77\frac{1}{8}$ ad $77\frac{1}{5}$; flavorum, a $77\frac{1}{5}$ ad $77\frac{1}{3}$; viridium, a $77\frac{1}{3}$ ad $77\frac{1}{2}$; cæruleorum, a $77\frac{1}{2}$ ad $77\frac{2}{3}$; indicorum a $77\frac{2}{3}$ ad $77\frac{7}{9}$; & violaceorum, a $77\frac{7}{9}$ ad 78.

Hæ ſunt leges refractionum radiorum e vitro in aerem tranſeuntium: unde, ex tertio axiomate primæ Partis hujus Libri, leges refractionum radiorum ex aere contra in vitrum tranſeuntium, facile deduci poterunt.

EXPERIMENTUM VIII.

Obſervavi præterea, cum lumen ex aere per diverſa refringentia media inter ſe contigua, ut aquam & vitrum, tranſmittatur, indeque iterum in aerem tranſeat; id lumen, ſive ſuperficies quibus id refringatur parallelæ ſint inter ſe, ſive inclinatæ, tamen quotieſcunque contrariis refractionibus ita correctum ſit, ut emergat tandem in lineis parallelis ad eas in quibus inciderit, deinceps ſemper album permanere: ſin radii tandem emergentes, ſint incidentibus inclinati; tum luminis emergentis albitudinem, pro eo ut id a loco emerſionis ulterius progrediatur, paulatim ſe ab extremis ſui partibus in colores induere. Hoc expertus ſum ſatis accuratè, refringendo lumen per priſmata vitrea in vaſe priſmatico aquæ pleno collocata. Jam quidem colores iſti id indicant; radios heterogeneos inæ-

qualibus

qualibus suis refractionibus divergere & a se invicem separatos esse; quomodo ex iis, quæ sequuntur, plenius apparebit: e contrario autem, permanens alterius luminis albitudo illud ostendit; radios similiter incidentes neque post emergendum a se invicem separatos esse, neque ullam consequenter totarum fuisse refractionum inæqualitatem. Unde duo sequentia theoremata colligere mihi videor.

1°. Excessus sinuum refractionis variorum generum radiorum, super communem sinum incidentiæ, cum refractiones fiant e pluribus diversis mediis densioribus immediate in unum idemque medium rarius, puta aerem tenuissimum; esse inter se in data proportione.

2°. Proportionem sinus incidentiæ ad sinum refractionis radiorum unius ejusdemque generis ex uno quovis medio in aliud transeuntium, compositam esse ex proportione sinus incidentiæ ad sinum refractionis e primo medio in quodvis tertium, & ex proportione sinus incidentiæ ad sinum refractionis e tertio illo medio in secundum.

Ex primo theoremate, data refractione radiorum unius cujusvis generis, inveniuntur refractiones radiorum omnium generum e quovis medio in aerem transeuntium. Exempli gratia: si refractiones cujusque generis radiorum ex aqua pluvia in aerem transeuntium, quæ sint, quærantur; subducatur communis sinus incidentiæ e vitro in aerem, de sinibus refractionis; eorumque excessus erunt 27, $27\frac{1}{8}$, $27\frac{1}{5}$, $27\frac{1}{3}$, $27\frac{1}{2}$, $27\frac{2}{3}$, $27\frac{7}{9}$, 28. Pone jam sinum incidentiæ radiorum minime refrangibilium ex aqua pluvia in aerem transeuntium, esse ad sinum refractionis eorundem, ut 3 ad 4; & supputa hoc modo: Ut 1, quæ est differentia istorum sinuum, ad 3, qui est sinus incidentiæ; sic 27, qui est minimus excessuum supra memoratorum, ad quartum numerum 81; eritque jam iste numerus 81, communis sinus incidentiæ ex aqua pluvia in aerem; ad quem quidem sinum si addas singulos supra memoratos excessus, habebis tandem sinus refractionum quæsitos, 108, $108\frac{1}{8}$, $108\frac{1}{5}$, $180\frac{1}{3}$, $108\frac{1}{2}$, $108\frac{2}{3}$, $108\frac{7}{9}$, 109.

Ex posteriori theoremate invenitur refractio e medio uno in alterum, quando datæ sunt refractiones ex utroque eorum in quodvis tertium. Exempli gratia: si sinus incidentiæ cujusvis radii e vitro in aerem, sit ad sinum refractionis suæ, ut 20 ad 31; sinus autem incidentiæ ejusdem radii ex aere in aquam, sit ad sinum refractionis suæ, ut 4 ad 3; utique sinus incidentiæ istius radii e vitro in aquam, erit ad sinum refractionis suæ, ut 20 ad 31 & 4 ad 3 conjunctim, hoc est, ut factum ex 20 & 4 ad factum ex 31 & 3, sive ut 80 ad 93.

Atque si hæc quidem theoremata in Opticen recipiantur, amplissima jam scientiam istam nova ratione fuse copioseque tractandi patebit materies; quippe cum non modo doceri jam possint ea, quæ ad visum amplius perficiendum pertineant; verum etiam mathematice definiri omne genus colorum phænomena, quæ ex refractionibus oriri queant. Etenim quo hoc fiat, nihil aliud requiritur, nisi ut inveniantur radiorum heterogeneorum separationes, eorumque variæ mixturæ inter se, & qua proportione ex singulæ mixturæ fiant. Hoc ipso ratiocinandi genere, ego omnia fere phænomena quæ quidem in his libris exposita sint, atque etiam alia quædam in præsenti materie minus necessaria memoratu, inveni. Ex successu autem, quem ipse in his rebus experiundis nactus sum, spondere ausim, qui recte prius argumentatus fuerit, & deinde omnia bonis cum vitris justaque cum circumspectione experiundo tentaverit, eum spem suam non frustraturam. Verum id ante intelligat oportet; ex quibusvis coloribus quavis proportione commixtis, qui demum de novo orituri sint colores.

PRO-

PROPOSITIO IV. THEOREMA III.

Colores compositione procreari possunt, qui luminis homogenei coloribus plane similes sint futuri, in speciem quidem & ad oculorum sensum, non autem in coloris immutabilitatem & ad constitutionem ac naturam luminis. Iique colores, quanto magis compositi sunt, tanto minus largi intensique fiunt; donec nimia tandem compositione dilutiores languidioresque facti, penitus denum evanescant, in album vel subalbidum conversi. Fieri quoque potest ut colores compositione producantur, qui nullis homogenei luminis coloribus prorsus similes sint futuri.

ETenim ex mixtura rubri atque flavi homogeneorum, oritur color aureus in speciem ei plane similis, qui in colorum simplicium prismate exhibitorum serie inter rubrum istum atque flavum interjacet. Verum lumem unius horum colorum aureorum, homogeneum est ad refrangibilitatem; alterius autem, heterogeneum: item unius horum colorum species, cum per prisma inspiciatur, eadem manet nec quicquam immutata; alterius autem, mutatur & resolvitur in colores suos simplices, rubrum atque flavum. Similiter, ex aliis homogeneis coloribus inter se propinquis, componi poterunt novi colores, qui sint coloribus homogeneis interjacentibus similes. Exempli gratia: ex flavo & viridi inter se commixtis, oritur color inter eos medius: & si huic deinceps superaddideris cæruleum; fiet ex omnibus color viridis, qui est trium illorum inter se permixtorum medius. Etenim flavus & cæruleus, si sint æqua portione admixti, viridem intermedium in ista permixtione ad se utrinque ex æquo pertrahent, & quasi paribus virium momentis libratum servabunt, ut is neque ad flavum ex una parte, neque ad cæruleum ex altera descendat, sed commixtis utriusque actionibus color inter utrumque medius permaneat. Ad hunc viridem permixtum, adhuc superadjici poterit nonnihil rubri ac violacei; & tamen color viridis non continuo evanescat, sed lan-

languidior solummodo & subpallidus fiat; donec, amplius adauctis coloribus rubro & violaceo, viridis iste magis magisque dilutus factus superetur tandem nimietate colorum adjectorum, & in albitudinem aut alium aliquem colorem immutetur. Similiter, si ad lumen homogeneum cujusvis coloris, adjiciatur album Solis lumen, quod est ex omnibus radiorum generibus compositum; color iste non continuo evanescet aut genus suum immutabit, sed duntaxat dilutior fiet; & pro eo ut luminis albi amplior adferatur accessio; magis adhuc magisque dilutus erit factus perpetuo. Denique, si ruber & violaceus inter se permisceantur; orientur inde varii colores purpurei, pro eo, qua proportione illi invicem commixti fuerint, diversi inter se; neque ullius coloris homogenei speciem aut similitudinem habentes: Atque ex his quidem purpureis, admixto flavo & cæruleo, alii itidem novi colores produci poterunt.

PROPOSITIO V. THEOREMA IV.

Albitudo & colores omnes cinerei inter album & nigrum, componi possunt ex coloribus: & Solis luminis albor compositus est ex primariis omnibus coloribus, apta portione inter se commixtis.

Probatio ab experimentis desumpta.

EXPERIMENTUM IX.

CUM Solis luminis radius in cubiculum tenebricosum per parvum rotundum fenestræ operculi foramen transmissus, & deinde per prisma refractus, depingeret in pariete coloratam TAB. I. Solis imaginem P T; [*Fig.* 5.] objeci ante istam imaginem chartam albam V, ita ut ea lumine colorato ab imagine reflexo illuminaretur, nec tamen ullam partem luminis a prismate ad imaginem transeuntis interciperet. Observavi autem, quum charta propius ad unum aliquem imaginis colorem, quam ad cæteros admota

admota esset; tum eam illo colore, ad quem propius admota esset, infectam apparere: quum autem æquali aut fere æquali intervallo ab omnibus coloribus distaret, adeo ut ex æquo omnium lumine reflexo illuminaretur; tum albam apparere. In hac ultima autem chartæ positione, si colorum aliqui interciperentur, charta albitudinem suam continuo amisit, & eum deinceps colorem induebat, qui esset reliqui luminis non intercepti color. Itaque charta ea illuminata erat radiis variorum colorum, nempe rubris, flavis, viridibus, cæruleis & violaceis; & unaquæque luminis istius pars suum colorem retinebat, donec in chartam incideret, indeque ad oculum reflecteretur: adeo ut si quod lumen unius certi coloris vel solum fuisset, (intercepto nimirum reliquo lumine,) vel si nimia portione reliquis coloribus admixtum fuisset, & poinde in lumine a charta reflexo prævaluisset ac dominatum esset; utique id suo colore chartam infecturum fuisset. Nihilominus singulæ luminis partes, suum quæque colorem ita retinentes, admixtæ tamen reliquis omnibus coloribus apta proportione, effecerunt ut charta alba videretur; & consequenter apta sui compositione atque permixtione inter se, colorem album constituebant. Singulas colorati luminis ab imagine reflexi partes, dum inde per aerem propagantur, suum quamque, ut dixi, proprium colorem retinere, sane manifestum est; quia ubicunque in oculos spectatoris incidunt, partes imaginis suo quamque colore distinctas exhibent. Retinent igitur suos singulæ colores, etiam cum in chartam V incidunt; & consequenter perfecta permixtione suorum omnium colorum, albitudinem constituunt luminis a charta reflexi.

EXPERIMENTUM X.

Incidat jam colorata illa Solis imago P T [*Fig. 6.*] in lentem M N, amplius quatuor uncias latam, & circiter sex pedum intervallo a prismate A B C distantem; quæque ea sit figura, qua efficiat ut lumen coloratum a prismate divergens, convergat deinceps, & in focum G, interjecto circiter sex oc- TAB. II.

tove pedum intervallo, colligatur; ibique in chartam albam D E ad perpendiculum incidat. His ita dispositis, observare licebit, si charta illa alba ultro citroque moveatur, totam Solis imaginem, quum in charta illa *e d* jam ad lentem propius admota excipiatur, coloribus clarissimis (quomodo supra expositum est) in loco *p t* distinctam appariturum; pro eo autem, ut charta a lente recedat, colores istos ad se invicem perpetuo appropinquaturos, & magis magisque se inter se commiscendo dilutiores continuo factum iri; tandemque, quum charta in ipso foco G collocata sit, inter se jam penitus commixtos, plane evanituros esse omnes, & in albitudinem abituros; toto scilicet lumine in parvum album circulum super chartam coacto: veruntamen hoc ita fieri, ut, si charta adhuc longius a lente recedat, radii qui ante convergerant, jam deinceps se in foco G decussatim secantes, indeque postea divergentes, effecturi sint ut colores iterum appareant; verum contrario, ac prius, ordine; puta, ad *δ ε*; ubi color ruber *ε*, qui ante inferior fuerat, jam superior factus sit; & cæruleus *p*, qui ante superior fuerat, jam factus sit inferior.

Finge jam chartam positam in ipso foco G; ubi lumen, in circulum coactum, album plane apparet: ejusque albitudinem, qualis sit, consideremus. Dico autem, albitudinem istam compositam esse ex coloribus universis in unum coactis. Etenim siquis unus pluresve colorum istorum ad lentem intercipiatur; albitudo illa continuo evanescet, & in eum convertetur colorem, qui ex reliquorum colorum non interceptorum permixtione oriri debeat. Quod si coloribus, qui intercepti fuerint, iterum deinde ut transeant permittatur, inque colorem illum compositum incidant; jam rursus, cum illo commixti, albitudinem priorem restituent. Exempli gratia, si colores violaceus, cæruleus, & viridis intercipiantur; utique ex flavo, aureo & rubro, qui supererunt, compositus erit in charta color aureus: quod si colores isti intercepti, iterum deinde ut transeant permittas, inque aureum istum compositum incidant; jam rursus, cum illo commixti, albitudinem conficient. Similiter, si ruber & viola-

violaceus intercipiantur; utique ex flavo, viridi, & cæruleo, qui supererunt, compositus erit in charta color viridis: qui quidem ruber ac violaceus, si iterum deinde transmittantur, inque viridem istum incidant; jam rursus, cum eo commixti, albitudinem efficient. Radios autem diversos in isto albo composito, non quidem agendo ulla ratione in se invicem, mutationem ullam qualitatum suarum colorificarum subire, sed commisceri solummodo inter se, atque ea quidem colorum suorum permixtione albitudinem conficere; ex sequentibus argumentis amplius apparere poterit.

Si charta ultra focum G collocata sit, puta ad $\delta \varepsilon$; colorque ruber ad lentem intercipiatur alternis, atque transmittatur: color violaceus, qui erit in charta, nihil inde immutabitur; quomodo omnino mutari deberet, si radii diversorum generum, qui decussantur in foco G, ibi in se invicem agerent. Neque color ruber, qui est in charta, quicquam immutabitur; utcunque violaceus, qui eum in transversum secat, intercipiatur alternis & transmittatur.

Porro, si charta collocata sit in foco G: & alba rotundaque imago ad G inspiciatur per prisma H I K, eaque refractione transferatur ad locum *r v*, ibique variis induta videatur coloribus, nempe violaceo ad *v*, rubro ad *r*, reliquisque in media sui parte coloribus intermediis; color ruber autem deinceps ad lentem intercipiatur identidem & transmittatur alternis: utique color ruber ad *r* itidem evanescet, denuoque comparebit similibus vicibus; violaceus autem ad *v* nihil quicquam inde immutabitur. Similiter, si cæruleus ad lentem intercipiatur identidem & transmittatur alternis: jam cæruleus ad *v* itidem evanescet, denuoque comparebit; ruber autem ad *r*, nihil quicquam immutabitur. Igitur color ruber pendet ex uno genere radiorum, cæruleus autem ex alio genere; iique radii diversorum generum in foco G, ubi commixti sunt, non agunt in se invicem. Quod autem de his duobus coloribus dictum est, id de reliquis quoque coloribus dictum intelligendum est.

Considerabam præterea, quum radii maxime refrangibiles

P p, minimeque refrangibiles *T t*, convergendo ad se invicem inclinati sunt; si jam charta radiis illis in foco G valde obliqua objiceretur; fieri utique posse, ut ea unum genus radiorum copiosius quam cæteros reflecteret; eoque pacto lumen in foco isto reflexum, eo colore infectum videretur, qui esset radiorum numero prævalentium: atque hoc quidem ita fore, si radii isti suum quisque colorem sive qualitatem colorificam in albo illo composito, quod esset in foco, retinerent: verum si suum quisque colorem in ista albitudine non retinerent, sed e contrario singuli eo in loco ita comparati essent facti, ut in nobis sensum albitudinis jam singuli excitarent; tum futurum, ut ii albitudinem suam istiusmodi reflexionibus nequaquam possent amittere. Inclinabam itaque chartam ad radios valde oblique, sicuti in secundo experimento hujus Partis feceram, ut radii maxime refrangibiles copiosius quam reliqui reflecterentur; jamque albitudo se convertebat in colorem cæruleum, indicum, & violaceum ex ordine. Deinde chartam in contrarias partes inclinabam, ut radii minime refrangibiles copiosius quam cæteri reflecterentur, jamque albitudo convertebat se contrario ordine in flavum, aureum, & rubrum.

Denique, instrumentum X Y pectinatim dentatum comparabam, cujus sexdecim dentes latitudine circiter sesqui-unciales essent, intervalla autem dentium circiter binas uncias complecterentur. Atque hujus quidem instrumenti dentes prope a lente per vices interponens, intercipiebam dentis interpositi interjectu partem aliquam colorum, dum reliqui per intervalla dentium transmissi ad chartam D E, rotundam & coloratam in ea Solis imaginem depingerent. Verum chartam ante ita collocaveram ut quotiescunque submotus esset pecten, imago alba appareret: tumque interposito, ut dixi, pectine; albitudo illa, propter partem colorum ad lentem interceptam, semper convertebat se in colorem eum, qui esset ex coloribus non interceptis compositus; isque color, motu pectinis, ita variabatur perpetuo, ut interea dum unus quisque dens præter lentem ferretur, colores hi omnes, ruber, flavus, viridis, cæruleus & violaceus, semper.

per invicem ſuccederent. Effeci igitur ut dentes ſinguli præter lentem ordine ferrentur: cumque motus eorum lentior eſſet, colores antedicti ordine perpetuo in charta invicem ſuccedere diſtincte videbantur: verum cum motus pectinis adeo celer eſſet factus, ut propter nimiam colorum prætereuntium velocitatem, ii diſtincte diſcerni & internoſci haud potuerint; colores illi ſinguli in ſpeciem penitus evanuerunt. Utique nihil amplius coloris rubri, nihil flavi, nihil viridis, nihil cærulei, nihil purpurei apparebat; ſed ex permixtione omnium, unus uſquequaque ſui conſimilis oriebatur color albus. Jam quidem luminis hujuſce, quod ex colorum omnium permixtione album hoc modo videbatur, nulla revera pars alba erat. Una pars rubra erat, alia flava, alia viridis, alia cærulea, alia purpurea; atque hæ quidem partes ſuum quæque colorem uſque eo retinent, donec in ſenſorium incidant. Siquando hæ partes coloratæ, ſui impreſſiones in ſenſorio adeo lente faciant, ut ſingulæ diſtincte percipi queant; utique colorum ſingulorum ſibi invicem ordine perpetuo ſuccedentium diſtinctus excitatur ſenſus: ſin autem hæ impreſſiones tanta celeritate ſe invicem conſequantur, ut ſingulæ diſtincte percipi non poſſint; jam ab univerſis unus communis omnium excitatur ſenſus, qui neque eſt unius duntaxat coloris, neque alterius cujuſvis, ſed ex æquo omnium; iſque eſt ſenſus, qui vocatur, albitudinis. Ex nimia ipſarum invicem ſuccedendi celeritate, impreſſiones ſingulorum colorum in ſenſorio confuſæ ſunt inter ſe; & ex iſta confuſione, oritur permixtus unus omnium ſenſus. Si carbo candens ſæpius in circulum verſetur ſumma celeritate, circulus videbitur totus igneus: cujus quidem rei cauſa hæc eſt; quod ſenſus, quem carbo, dum eſt in diverſis partibus iſtius circuli, excitat, manet uſque in ſenſorio impreſſus, donec carbo ſit eodem loci iterum reverſus. Conſimili plane ratione, quum colores ſe invicem ſumma celeritate conſequantur, utique ſenſus unius cujuſque coloris in ſenſorio uſque eo impreſſus manet, donec colores omnes ordine tranſierint, iſque primus color iterum revertatur. Itaque colorum omnium invicem ſuccedentium impreſſiones, ſimul in ſen-

ſorio ſunt; & conjunctim unum communem omnium ſenſum excitant. Adeoque ex hoc experimento liquet; commixtas colorum omnium impreſſiones, excitare in nobis ſenſum albitudinis; hoc eſt, albitudinem compoſitam eſſe ex coloribus univerſis inter ſe commixtis.

Quod ſi jam ſubmoveatur pecten, ut colores omnes uno eodemque tempore a lente ad chartam tranſmittantur, ibique inter ſe commiſceantur, indeque ad ſpectatoris oculum omnes ſimul reflectantur; utique impreſſiones ipſorum in ſenſorio factæ, quoniam jam multo ſubtilius penitiuſque permixtæ erunt inter ſe, ſenſum albitudinis excitare debebunt multo magis.

TAB. II. Loco lentis, adhibere licebit bina priſmata [*Fig.* 7.] HIK & LMN, quæ refringendo coloratum lumen in contrarias partes, ac a primo priſmate id fuerat refractum, efficere poſſint ut radii jam divergentes convergant deinceps & in G iterum conveniant; quomodo rem in ſeptimo ſchemate depictam videre eſt. Etenim quo in loco radii in unum conveniunt, & permixti ſunt inter ſe; eo in loco lumen album conficient, ſicuti quum lens abhiberetur.

EXPERIMENTUM XI.

TAB. II. Incidat colorata Solis imago PT [*Fig.* 8.] in cubiculi tenebricoſi parietem, quomodo ſupra in tertio experimento primæ Partis hujus Libri expoſitum eſt; inſpiciaturque ea imago per priſma *abc*, quod parallelum ſit priori priſmati ABC, cujus refractione imago iſta effecta fuerit: ita ut jam, admoto ad oculum ſecundo priſmate, ea imago inferior, quam ante, videatur; puta in loco S, ex adverſo coloris rubri T. His ita diſpoſitis; ſi jam ad imaginem iſtam PT propius accedas, ea oblonga videbitur & colorata in loco S, ſimiliter ac in loco PT: verum ſi ab ea longius recedas, colores in loco S contrahentur magis magiſque in brevitatem, tandemque plane evaneſcent, imagine ad S in figuram rotundam plane atque albam coacta: quod ſi adhuc longius recedas, colores iterum quidem ſe explicabunt;

cabunt; ſed contrario, ac prius, ordine. Jam quidem imago illa, quæ eſt ad S, hoc in caſu alba tum videtur, quum radii diverſorum generum, qui a diverſis partibus imaginis P T ad priſma *a b c* convergunt, in hoc poſteriori priſmate ita refringuntur inæqualiter, ut in tranſitu ſuo ab iſto priſmate ad oculum, divergant deinceps ab uno eodemque puncto imaginis S, adeoque poſtea in unum idemque punctum in fundo oculi incidant, ibique inter ſe commiſceantur.

Ad hæc, ſi pecten inſuper adhibeatur, cujus dentibus colores in imagine P T per vices intercipiantur; imago quæ videtur in S, colores varios ordine, dum pecten lente movetur, perpetuo induet. At cum, accelerato pectinis motu, colores ocyus adeo ſibi invicem ſuccedant, ut diſtincte cerni ſinguli haud queant; tum imago S, confuſo & in unum commixto colorum omnium ſenſu, alba apparebit.

EXPERIMENTUM XII.

Cum Solis lumen per priſma ſatis amplum ABC [*Fig.* 9.] TAB. III. tranſmiſſum, incideret deinceps in pectinem X Y proxime poſt priſma iſtud collocatum; luminis id, quod per dentium tranſiret intervalla, ut exciperetur demum charta alba DE effeci. Dentium latitudines pares ſimileſque erant, ac ipſorum intervalla; denteſque ſepteni, una cum ſuis intervallis, uncias ſingulas ſpatio complectebantur. His ita diſpoſitis; ſi jam charta intervallo circiter duarum triumve unciarum a pectine diſtaret; fiebat continuo, ut lumen per intervalla dentium tranſmiſſum, totidem faſcias colorum *k l*, *m n*, *o p*, *q r*, &c. parallelas inter ſe atque contiguas, nec quicquam alboris ſibi admixtum habentes, in charta depictas exhiberet. Atque hæ quidem colorum faſciæ, ſiquando pecten ultro citroque in tranſverſum identidem moveretur, aſcendere viciſſim atque deſcendere in charta videbantur: ſi autem pectinis motus porro adeo celer eſſet factus, ut colores ſinguli diſtincte cerni amplius atque internoſci haud potuerint; jam confuſo inter

ſe

se atque in unum permixto colorum omnium sensu, charta tota alba apparebat.

Finge deinceps pectinis motum sisti, chartamque a prismate longius remotam esse: jamque futurum erit, ut fasciæ colorum ante dictæ, sese extendant continuo atque dilatent, & sibi invicem magis magisque intermisceantur; eaque colorum permixtione inter se, dilutiores perpetuo fiant; tandemque, cum charta & pecten circiter pedis unius intervallo, aut paulo plus eo, inter se distent, (puta in loco 2D 2E,) colores universi inter se penitus commixti in albitudinem plane abeant.

Quod cum factum sit; admoto deinde quovis obstaculo, intercipiatur id omne lumen, quod per unum aliquod dentium intervallum transmittebatur; adeo ut colorum fascia ea, quæ inde orta erat, jam sublata sit: jamque videbis lumen reliquarum fasciarum se in fasciæ sublatæ locum extendere, ibique coloribus se induere. Quod si fascia ea intercepta ut iterum deinde in chartam, sicuti prius, incidat permittas; utique colores ipsius, jam in reliquarum fasciarum colores incidentes, eisque se denuo admiscentes, efficient ut albitudo iterum exhibeatur.

Denique, charta 2D 2E jam ad radios sibi incidentes valde inclinata sit; adeo ut radiorum maxime refrangibiles copiosius quam cæteri reflectantur: jamque chartæ albor, propter radios hosce nimia portione lumini reflexo admixtos, immutabit se in colorem cæruleum & violaceum. Sin autem charta e contrario eam in partem inclinetur, qua fiat ut radiorum minus refrangibiles copiosius quam cæteri reflectantur; jam chartæ albor, propter istos radios nimia portione lumini reflexo admixtos, convertetur in colorem flavum & rubrum. Ex quo apparet, radios diversos in eo albo lumine inter se commixtos, suam tamen quemque retinere *colorificam qualitatem*; qua radii unius cujusvis generis, ubicunque reliquis copiosiores adsint, utique prævalendo inter cæteros atque dominando, suus ut color ibi exhibeatur efficiunt.

Qua quidem eadem argumentandi ratione, ad tertium experimentum

perimentum hujus Partis applicata, concludi poterit, colorem illum album, qui est luminis omnis refracti jam primum emergentis color, æque ac fuerat incidentis; itidem ex variis coloribus compositum esse.

Experimentum XIII.

In experimento jam dicto, pectinis dentium intervalla, totidem prismatum partes explent; quippe singula intervalla prismatibus singulis respondentia, phænomenon simile exhibent, ac totidem prismata fecissent. Quare pectinis dentium loco, prismata plura adhibens, conatus sum ex coloribus ipsorum permixtis albitudinem conflare: idque effeci, tribus duntaxat prismatibus, vel etiam duobus solummodo adhibitis; ea, quæ sequitur, ratione. Duo prismata ABC [*Fig.* 10.] & *abc*, TAB. III. quorum anguli refringentes B & *b* sint æquales, parallela inter se ita collocentur, ut angulus refringens B unius prismatis, contingat angulum *c* qui est ad basin alterius; faciesque ipsorum CB & *cb*, per quas radii emergunt, in directum jaceant. Tum lumen per prismata ista trajectum excipiatur charta MN, quæ intervallo circiter octo duodecimve unciarum a prismatibus distet. Jamque colores ab interioribus binorum prismatum extremis B & *c* generati, commiscebuntur in loco PT, ibique albitudinem efficient. Etenim si alterutrum horum prismatum submoveatur; colores ab altero generati, apparebunt in loco illo PT: Cum autem prius prisma iterum in locum suum admoveatur, ut colores ipsius denuo in colores alterius incidant; jam ex coloribus istis inter se permixtis, iterum orietur albitudo.

Succedet etiam hoc experimentum, uti ipse experiundo intellexi, quum prismatis inferioris angulus *b* paulo major sit, quam superioris angulus B; interque angulos interiores B & *c*, spatii aliquid B*c*, quomodo in schemate exhibetur, interjectum sit; faciesque refringentes BC & *bc* neque in directum

positæ sint, neque inter se parallelæ. Etenim quo hoc experimentum ex sententia succedat, nihil amplius requiritur, quam ut radii omnium generum uniformiter commixti sint super charta in loco P T. Si radii maxime refrangibiles a superiori prismate provenientes, occupent id omne spatium, quod est ab M ad P; debebunt radii ejusdem generis, ab inferiori prismate provenientes, occupare reliquum omne spatium quod interjacet inter P & N. Si radii minime refrangibiles a superiori prismate provenientes, occupent spatium M T; debebunt radii ejusdem generis, ab altero prismate provenientes, occupare reliquum omne spatium quod est a T ad N. Si radii unius generis eorum, qui sint mediis refrangibilitatis gradibus, a superiori prismate provenientes, diffusi sint per spatium M Q; eorumque aliud genus, per spatium M R; aliudque adhuc genus, per spatium M S: utique radii eorundem generum, ab inferiori prismate provenientes, debebunt occupare spatia reliqua Q N, R N, S N, singuli singula: quodque de his dictum est, id de reliquis omnibus radiorum generibus dictum intelligi oportet. Etenim hoc pacto radii cujusque generis, dispersi erunt per totum spatium M N æqualiter atque uniformiter; adeoque usquequaque æqua portione commixti, unum eundemque omni in parte colorem exhibere debebunt. Quare cum in exterioribus partibus M P & T N, ex hac radiorum omnium mixtura color compositus sit albus; efficitur utique, ut in interiori quoque spatio P T, colorem album similiter generari oporteat. Hæc est ratio compositionis ejusce, qua albitudo in hoc experimento producta est: & quacunque mihi alia unquam ratione similis erat facta compositio, semper inde nata est albitudo.

Denique, si dentibus pectinis, qui sint apta magnitudine, lumina colorata binorum prismatum in spatium P T incidentia intercipiantur alternis; spatium illud P T, cum scilicet lente moveatur pecten, coloribus semper videbitur infectum: verum si pectinis motus adeo celer sit factus, ut colores ocyus sibi

fibi invicem fuccedentes, cerni diftinćte finguli haud queant; fpatium id album videbitur.

EXPERIMENTUM XIV.

Hactenus albitudinem ex colorum prifmatibus generatorum mixtura atque compofitione conflavimus: reftat ut de corporum naturalium coloribus inter fe permixtis dicamus. Si igitur aqua fapone nonnihil incraffata, ad fpumas agendas agitata fit; brevi interjecto temporis fpatio, attentius eam infpicienti videbuntur bullularum fingularum fuperficies variis undique coloribus interftinctæ: at qui eam e longinquo adeo afpiciet, ut colores fingulos diftincte internofcere haud queat; is totam fpumam fummo albore undique ex æquo videbit candicantem.

EXPERIMENTUM XV.

Denique, cum id agerem, ut ex coloribus, five pulveribus coloratis, quibus pictores utuntur, inter fe permixtis, colorem album componerem; confiderabam pulveres omnes coloratos, magnam partem luminis, quo illuftrantur, reftinguere intra fe atque delere. Etenim ii illa ipfa de caufa colorati evadunt, quod lucem eam, quæ eft fuo ipforum colore, copiofius reflectant; eam autem, quæ eft aliis omnibus coloribus, parcius reflectant; neque tamen eam ipfam lucem, quæ eft fuo ipforum fingulorum colore, tam copiofe reflectunt, quam faciunt corpora alba. Si minium, exempli gratia, & charta alba fimul collocata fint in lumine rubro imaginis illius coloratæ, quæ in cubiculo tenebricofo prifmatis refractione exhibetur, quomodo in tertio experimento primæ Partis hujus Libri defcripfimus; utique charta luminofior videbitur, quam minium; e qua fcilicet radii ipfi rubri copiofius, quam ex ipfo minio, reflectuntur. Quod fi hæc eadem corpora in lumine, quod fit alio quovis colore, collocata fint; charta luminofior minio, multo etiam jam magis quam antea, apparebit. Hoc-

que idem in omnibus colorum quorumcunque pulveribus similiter accidit. Quocirca ex hujusmodi pulverum permixtione non expectandum est ut oriatur albor clarus atque candens, qualis est chartæ candor; sed albitudo obscura quædam ac nubila, qualem ex luce ac tenebris, vel candido & nigro permixtis orituram expectes; color nimirum leucophæus quidam aut fuscus, qualis est color unguium, color murinus, cineraceus, lapideus, color mortarii, cœni vel luti, & similium. Atque talem quidem colorem subaldidum obscuriorem, ex pulveribus coloratis inter se permixtis sæpe confeci. Exempli gratia; cum minii portione una, viride æris quintupla portione commixtum, exhibuit colorem quendam murinum. Etenim horum duorum colorum uterque ita ex aliis ante erat compositus, ut in ambobus jam colorum inesset mixtura universorum: minium autem, propter colorem suum luminosiorem & pleniorem, minori portione quam viride æris adhibebam. Similiter, minium simplici, & cæruleum montanum quadruplici portione permixta, conficiebant colorem quendam fuscum subpurpurascentem; qui quidem color, admixto deinde composito quodam ex auripigmento & viridi æris certa portione commixtis, desiit purpurascere, & fuscus plane est factus. Verum hoc experimentum melius successit sine minio, hoc modo. Ad auripigmentum adjeci paulatim purpuram quandam claram atque luminosam, qua utuntur pictores; usque eo donec auripigmentum flavum esse desineret, & colore factum esset rubro pallescente: tum istum colorem subrubrum adhuc dilutiorem feci, admiscendo viride æris parva portione, & cæruleum montanum paulo majori portione, donec is evaderet leucophæus subalbidus color talis, qui ad nullum ex dictis coloribus unum magis quam ad alium accederet. Etenim hoc pacto factus est color albus talis, qui cineres, aut lignum recens cæsum, aut cutem humanam albitudine æquaret. Auripigmentum plus luminis, quam alius ullus ex pulveribus reflexit; ac proinde plus, quam illi, ad coloris compositi alborem contulit. Qua proportione hujusmodi

hujusmodi pulveres commisceri debeant, accurate definire, difficillimum quidem fuerit; propter inæqualem ejusdem generis pulverum bonitatem. At in universum unumquemque pulverem, pro eo ut color ipsius magis minusve plenus, clarus, luminosusque fuerit, ita ipsum minori majorive portione adhiberi oportebit.

Porro, quandoquidem colores hi fusci atque leucophæi generari quoque possunt ex albis nigrisque varie inter se permixtis; & consequenter differunt a vere candidis, non genere colorum, sed duntaxat claritatis gradu: manifestum est, quo hi colores plane candidi evadant, nihil amplius requiri, quam ut lumen ipsorum satis augeatur. Similiter, e contrario, si hi colores, adaucto duntaxat ipsorum lumine, in candorem perfectum absolvi poterunt; consequens erit, eos eodem esse plane coloris genere, ac candidorum optimos; ab illisque nulla alia in re differre, nisi in luminis solummodo quantitate. Hocque experiundo probavi, ea, quæ sequitur, ratione. Mixturarum leucophæarum supra memoratarum postremam, (eam nempe, quæ ex auripigmento, purpura, cæruleo montano & viridi æris esset composita,) cubiculi tabulato, qua parte Sol ei per fenestram apertam collucerer, crasse illevi; & prope hanc mixturam, chartulam albam ejusdem magnitudinis, in umbra collocavi. Tum ad intervallum duodecim octodecimve pedum retro cedens, ut neque pulveris superficiei inæqualitatem, neque grumulorum ipsius umbellas discernere potuerim; pulverem videbam valde albescentem, etiam supra chartæ ipsius candorem; maxime si charta, intercepto nubium lumine, paulo magis inumbrata esset; quo quidem in casu charta, in comparationem pulveris, colore jam leucophæo videbatur tali, quali antea visus fuerat pulvis. Verum ita collocando chartam, ut Sol ei trans vitrum in fenestra colluceat; vel adducendo fenestram, ut Sol pulveri jam trans vitrum colluceat; vel alia simili ratione augendo aut minuendo lumina, quibus charta & pulvis sint seorsum illustrata; fieri poterit, ut lumen quo

pulvis illuminetur, adeo apta proportione fortius evadat lumine illo, quo illuminetur charta; ut ambo tandem albore videantur plane paria. Etenim cum hoc ipsum experirer, amicum tum forte me invisentem pro foribus detinui; & nec quinam essent colores isti, nec quid agerem, exposui; sed continuo, ex duobus istis coloribus albis uter ei melior videretur, & qua in re inter se differrent, rogavi: qui eos ex intervallo isto attentius aliquantisper contemplatus, respondit, utrumque sibi colorem album satis bonum videri; & nec uter eorum melior esset, nec qua in re inter se differrent, dicere se posse. Quocirca, quando hic quidem albor pulveris in Sole expositi, manifesto compositus erat ex coloribus istis, quos pulveres illi simplices (auripigmentum, purpura, cæruleum montanum, & viride æris) utique ante componendum in eodem lumine expositi habuerunt; omnino fatearis necesse est, tam ex hoc experimento, quam ex priori effici id demum, ut albor perfectus ex coloribus inter se permixtis componi possit.

Ex iis, quæ dicta sunt, liquet etiam Solis luminis alborem compositum esse ex coloribus universis, quibus diversa radiorum lumen illud constituentium genera, quum singulis suis refrangibilitatis gradibus a se invicem separata sint, inficiant chartam aut quodvis album corpus in quod incidant. Etenim colores isti, (per prop. 2,) sunt immutabiles. Et quandocunque radii illi universi, una cum suis istis coloribus, iterum commixti sunt; id idem lumen album iterum producunt.

PROPO-

PROPOSITIO VI. Problema II.

In mixtura colorum primariorum, data cujusque quantitate & qualitate, invenire quis sit futurus compositi color.

Centro O, [*Fig.* 11.] semdiametro O D, describatur circulus A D F; distinguaturque circumferentia ipsius in septem partes, D E, E F, F G, G A, A B, B C, C D, quæ sint proportionales tonis septem musicis sive intervallis octo illorum in octava, *sol*, *la*, *fa*, *sol*, *la*, *mi*, *fa*, *sol*; hoc est, quæ sint proportionales numeris $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{9}$. Repræsentet prima pars D E colorem rubrum, secunda E F aureum, tertia F G flavum, quarta G A viridem, quinta A B cæruleum, sexta B C indicum, & septima C D violaceum. Finge hos esse colores omnes luminis simplicis gradatim in se invicem desinentes, quomodo faciunt colores prismate exhibiti: hoc est, repræsentet circumferentia D E F G A B C D totam seriem colorum, ab usque uno extremo coloratæ Solis imaginis ad alterum, ordine dispositorum; adeo ut a D ad E, sint omnes gradus coloris rubri; in E, color inter rubrum atque aureum medius, ab E ad F, gradus omnes coloris aurei; in F, color inter aureum atque flavum medius; ab F ad G, gradus omnes coloris flavi; & sic deinceps. Porro, sit *p* centrum gravitatis arcus D E; & *q*, *r*, *s*, *t*, *v*, *x*, centra gravitatis arcum E F, F G, G A, A B, B C, & C D comparate: & circa hæc centra gravitatis describantur circuli, qui sint comparate proportionales radiis singulorum colorum in data mixtura; hoc est, circulus *p* proportionalis numero radiorum rubrorum in data mixtura; circulus *q*, proportionalis numero radiorum aureorum in eadem mixtura; & similiter cæteri. Inveni deinde centrum gravitatis commune omnium circulorum istorum, *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, *v*, *x*: quod quidem centrum sit Z. Et per istud Z, a centro circuli A D F, ducta ad circumferentiam linea recta O Y; locus puncti istius Y in illa circumferentia, ostendet quis nasciturus sit color. TAB. III.

color ex compoſitione colorum omnium in data mixtura; & linea O Z erit proportionalis largitati ſive ſaturitati iſtius coloris, hoc eſt, oſtendet quantum is diſtet ab albitudine. Exempli gratia: Si Y incidat in locum medium inter F & G; color ex data compoſitione naſciturus, erit flavus optimus: ſi Y declinet de medio ad F vel G verſus; color compoſitus, erit proinde flavus aureſcens vel virideſcens. Si Z incidat in ipſam circumferentiam; color erit factus quam poſſit ſumme largus floriduſque: ſi incidat in locum medium inter circumferentiam & centrum; color erit dimidio minus ſatur; hoc eſt, color erit talis factus, qualis ex flavo largiſſimo floridiſſimoque, admixto æqua portione albo, eſſet oriturus: ſi denique Z incidat in ipſum centrum O; color jam, amiſſa penitus ſaturitate ſua omni, plane albus erit factus. Verum id hic obſervandum eſt; ſi punctum Z incidat in lineam O D, vel propius ab ea; cum jam colorum ſimplicium præcipui ſint ruber & violaceus, colorem compoſitum non utique futurum ullius ex coloribus priſmate exhibitis ſimilem, ſed purpureum rubeſcentem aut ad violaceum accedentem, pro eo ut punctum Z ex hac vel illa parte lineæ D O ad E vel C verſus ceciderit: & in univerſum, colorem violaceum compoſitum, quam ſimplicem, ſemper magis clarum eſſe atque igneum. Item, ſi ex coloribus primariis duo ſolummodo, qui ſcilicet in iſto circulo ſibi e diametro invicem ſint oppoſiti, commiſceantur æqua portione inter ſe; punctum Z tum caſurum quidem eſſe in ipſum centrum O; nec tamen fore, ut color ex duobus iſtis compoſitus ſit perfecte albus, ſed languidus quidam & evanidus color ſine nomine. Neque enim unquam efficere potui, ut ex duobus duntaxat coloribus primariis inter ſe permixtis, color compoſitus plane albus eſſet futurus. Utrum ex tribus coloribus, æqualibus interjectis intervallis, in iſta circumferentia deſumptis, componi poſſit color plane albus, necne; equidem haud ſcio: verum ex quatuor aut quinque inter ſe permixtis, quin id fieri poſſit, nihil dubito. Sed hæ ſunt curioſitates, quæ parum aut nihil conferant ad intelligenda naturæ phænomena. Etenim in omnibus coloribus albis a natura

natura productis, solet inesse permixtio radiorum omnium generum, & consequenter colorum compositio universorum.

Ut regulæ hujusce exemplum apponam; finge colorem componendum ex his, qui sequuntur, coloribus homogeneis; videlicet, ex coloris violacei portione 1, indici portione 1, cærulei portionibus 2, viridis portionibus 3, flavi portionibus 5, aurei portionibus 6, & rubri portionibus 10. Portionibus hisce comparate proportionales describo circulos, *x*, *v*, *t*, *s*, *r*, *q*, *p*: hoc est, ita ut si circulus *x* sit 1, circulus *v* sit utique 1; circulus *t*, 2; circulus *s*, 3; & circuli *r*, *q*, ac *p*, sint 5, 6, ac 10. Tum invenio Z centrum gravitatis commune horum omnium circulorum, & per istud Z ducta linea O Y, punctum Y incidit in circumferentiam inter E & F, paulo propius ab E quam ab F: unde concludo colorem ex simplicibus istis compositum, futurum esse aureum, ad rubrum paulo propius accedentem quam ad flavum. Præterea invenio lineam O Z paulo esse minorem dimidio illius O Y: unde concludo colorem huncce aureum compositum, minus aliquanto quam dimidium habere largitatis sive saturitatis illius, quæ est coloris aurei simplicis; hoc est, colorem huncce aureum talem esse, qualis oriri debeat ex aureo homogeneo & colore albo bono commixtis inter se in proportione lineæ O Z ad lineam Z Y; quæ nimirum proportio, non est quantitatum pulverum aurei & candidi commiscendorum, sed quantitatum luminis ipsius quod ab utroque reflectatur.

Atque hanc quidem regulam satis accuratam esse existimo ad experimenta agenda, quamvis non sit mathematice accurata. Porro autem quam vera sit ad sensus judicium, abunde probari potest, intercipiendo ad lentem unum quemvis vel plures colorum in decimo experimento hujus Partis. Etenim reliqui colorum non intercepti, sed ad focum lentis progredientes, conficient ibi vel accurate vel quam proxime colorem talem, qualis secundum hanc regulam ex permixtione ipsorum oriri debeat.

PROPOSITIO VII. Theorema V.

Colores omnes in rerum universitate, qui quidem ex lumine oriantur, & non a viribus imaginationis pendeant, sunt vel colores luminum homogeneorum, vel ex illis compositi; idque vel accurate, vel quam proxime, secundum regulam in præcedenti problemate expositam.

Etenim probavimus (prop. 1. hujus Partis,) colorum varietatem refractionibus exhibitam, non oriri ex novis radiorum modificationibus, inter refringendum scilicet lumini impressis, & a varia luminis umbræque pendentibus terminatione: in qua quidem sententia philosophi omnes antehac fuere. Probavimus etiam (prop. 1. primæ Partis, & prop. 2. hujus Partis,) diversos radiorum homogeneorum colores, singulos singulorum refrangibilitatis gradibus semper respondere; istosque refrangibilitatis gradus (prop. 2. primæ Partis,) non posse ullis refractionibus aut reflexionibus mutari; & consequenter neque colores ipsos posse mutari. Insuper autem probavimus directo, refringendo & reflectendo lumina homogenea separatim, (prop. 2. hujus Partis,) colores ipsorum non posse mutari. Porro, probavimus radios diversorum generum inter se permixtos, & per unum idemque spatium inter decussandum transeuntes, (exper. 10. hujus Partis,) non ibi in se mutuo ita agere, ut suas invicem qualitates colorificas immutent; sed intermiscendo actiones suas in sensorio, sensum illic excitare alium commixtos, ac excitassent separati; hoc est, sensum talis coloris, qui sit inter proprios singulorum colores medius: & particulatim, quum concursu & mixtura radiorum omnium generum, color albus generetur; album istum (prop. 5. hujus Partis,) esse utique permixtionem colorum illorum omnium, quos radii singuli habuissent separatim: radios nimirum in ista mixtura non amittere aut immutare suas singulorum qualitates colorificas, sed variis suis actionibus in sensorio permixtis universis, excitare sensum coloris

coloris cujusdam inter colores ipsorum singulos medii; qui color scilicet est albitudo. Est enim albitudo color inter omnes medius; quippe qui ad omnes indifferenter se habeat, & æqua facilitate singulis infici queat. Utique pulvis ruber cum cæruleo parva portione commixtus, aut cæruleus cum rubro, non continuo colorem suum amittit; at pulvis albus cum quovis colore commixtus, inficitur continuo ab isto colore; & eadem facilitate ab alio quocunque colore infici potest. Ad hæc probavimus, ut Solis lumen ex omne genus radiis compositum est, ita alborem ipsius compositum esse ex coloribus radiorum omnium generum; quippe isti radii, cum ab initio suas singuli colorificas qualitates æque ac refrangibilitates habuerint, tum eas retineant scilicet perpetuo immutabiles, non obstantibus refractionibus aut reflexionibus quibuscunque: quandocunque autem ullum genus Solis radiorum, ullo pacto (ut reflexione in experimentis nono & decimo primæ Partis, aut refractione ut in omnibus refractionibus fit,) a reliquis separatum sit; tum eos coloribus videri propriis & suis. Hæc, inquam, omnia ante probavimus: Hæcque omnia simul sumpta id efficiunt, ut propositio, quam jam ponimus, satis sit comprobata. Si enim Solis lumen compositum est ex radiis diversorum generum, qui suos singuli congenitos refrangibilitatis gradus qualitatesque colorificas habent, & non obstantibus refractionibus aut reflexionibus, separationibus aut permixtionibus quibuscunque, suas istas tamen singuli congenitas proprietates perpetuo sine ulla immutatione retinent: utique efficitur necessario, ut colores omnes, qui sunt in rerum universitate, tales sint, quales semper oriri debeant ex congenitis qualitatibus colorificis radiorum illorum, ex quibus lumina, per quæ colores isti sub aspectum veniant, composita sint. Quare, cum ratio & causa cujuscunque coloris, quæ sit, requiratur; id duntaxat nobis agendum restat, ut consideremus quo pacto radii, qui sunt in Solis lumine, fuerint vel reflexionibus vel refractionibus vel aliis quibusvis causis a se invicem separati, vel inter se commixti; vel ut alio quovis modo inveniamus quæ genera radiorum, & qua

 pro-

proportione, insint in eo lumine, per quod color iste exhibetur; & denique, ut ex problemate novissime proposito intelligamus, quis color oriri debeat ex radiis istis (sive coloribus ipsorum) ea proportione inter se commixtis. Cæterum in hoc omni argumento, cum colores dico, eos semper intelligi colores velim, qui ex lumine revera oriantur. Sunt enim qui aliis ex causis ortum suum habeant: ut quum imaginationis viribus colores in somniis nobis objectos videmus; aut insanus ea, quæ non sunt, videtur sibi videre; aut percusso oculo, ignem quis sibi elisum videt; aut comprimendo oculorum angulum alterum, dum acies alio convertatur, colores videmus plumæ pavoniæ lunulam referentes. Ubi hæ aut harum similes causæ non interveniunt, color omnis semper respondet generi aut generibus radiorum, ex quibus lumen compositum sit; quomodo ego quidem experiundo semper comperi, in omnibus illis colorum phænomenis, in quæ adhuc inquirere potuerim. In sequentibus propositionibus exempla rei hujusce dabo, ad phænomena notatu dignissima explicanda.

PROPOSITIO VIII. PROBLEMA III.

Ex proprietatibus luminis supra expositis, explicare colorum prismatibus exhibitorum rationem.

TAB. III. SIT ABC [*Fig.* 12.] prisma, quo refringatur lumen Solis transmissum in cubiculum tenebricosum per foramen $\Gamma\,\varphi$; quod foramen pari fere sit latitudine, ac ipsum prisma: sitque MN charta alba, qua lumen refractum ita excipiatur, ut radii maxime refrangibiles, sive violacei extremi, incidant puta in spatium $P\,\pi$; radii minime refrangibiles, sive rubri extremi, in spatium $T\,\tau$; radii inter indicos & cæruleos medii, in spatium $Q\,\chi$; radii viridium medii, in spatium $R\,\varrho$; radii inter flavos atque aureos medii, in spatium $S\,\sigma$; & reliqua radiorum intermediorum genera, in spatia com-

comparate intermedia. Etenim hoc modo ſpatia, in quæ diverſa radiorum genera adæquate incidant, erunt, propter diverſam generum iſtorum refrangibilitatem, ordine continuo gradatim deorſum verſus diſpoſita. Jam ſi charta iſta M N adeo prope a priſmate diſtet, ut ſpatia P T & π 7 in ſe mutuo non incurrant; intervallum ipſorum T π illuminatum erit omnibus radiorum generibus ea ad ſe invicem proportione, qua e priſmate primum egrediuntur; & conſequenter id ſpatium, album erit. At ſpatia P T & π 7, ab utraque parte iſtius T π, non erunt univerſis radiorum generibus illuminata; ideoque illa videbuntur colorata. Speciatim, in loco P, quo radii violacei extremi incidunt ſoli, color debebit eſſe violaceus ſaturatiſſimus: in loco Q, ubi radii violacei atque indici ſunt commixti, color debebit eſſe violaceus multum accedens ad indicum: in loco R, ubi radii violacei, indici, cærulei, & pars viridium dimidia, ſunt commixti; color (ex conſtructione problematis ſecundi) compoſitus debebit eſſe inter indicum & cæruleum medius: in loco S, ubi radii univerſi, exceptis rubris atque aureis, commixti ſunt; color (ſecundum eandem regulam) compoſitus debebit eſſe cyaneus ſive thalaſſinus, ad viridem magis quam ad indicum accedens: denique in ſpatio quod eſt ab S ad T, color iſte cyaneus, magis magiſque dilutus evaniduſque factus; ad T demum, ubi colores univerſi commiſceri incipiunt, deſinet in ipſam albitudinem.

Similiter, ex altera parte ſpatii illius albi T π: in loco 7, quo radii minime refrangibiles, ſive rubri extremi, incidunt ſoli; color debebit eſſe ruber ſaturatiſſimus: in loco σ, ex rubro atque aureo commixtis; color compoſitus eſſe debebit ruber aureſcens: in loco ρ; ex rubro, aureo, flavo, & parte dimidia viridis, inter ſe permixtis; color compoſitus eſſe debebit inter aureum & flavum medius: in loco χ, ex mixtura omnium colorum, exceptis violaceo & indico; compoſitus eſſe debebit color ſubflavus, ad viridem magis quam ad aureum deſcendens: denique in eo ſpatio quod eſt a χ ad π, color iſte ſubflavus, magis magiſque languidus evaniduſ-

que factus; ad * demum, ubi radii omnium generum admisceri incipiunt, in ipsam albitudinem desinet.

Atque hi quidem colores ita apparere deberent, si Solis lumen plane album esset. Verum quia id lumen ad colorem subflavum accedit; utique radiorum flavorum nimii, qui id colore subflavo inficiunt, commixti porro cum cyaneo evanido qui est inter S & T, efficient ut is colorem subviridem trahat. Jam igitur colores ordine a P ad 7 dispositi, debebunt esse violaceus, indicus, cæruleus, subviridis languidus, albus, subflavus, aureus, ruber. Ita quidem ex computatione res se habet: & cuicunque colores prismate exhibitos libuerit oculis intueri, is reapse hunc esse verum colorum ordinem experiundo comperiet.

Hi sunt colores ex utraque parte albi, quum charta inter prisma & punctum X, ubi colores coeunt & albus interpositus evanescit, collocata sit. Nam si charta longius adhuc a prismate distet; jam radiorum maxime minimeque refrangibiles in medio lumine deerunt; & radii reliqui eodem loci inter se permixti colorem viridem saturiorem quam antea conficient: similiter flavus & cæruleus minus jam compositi, quam antea, erunt facti; & consequenter magis saturi. Atque hæc quoque conveniunt cum experientia.

Quod siquis album aliquod corpus nigrore vel tenebris circundatum per prisma inspiciat; utique colorum, quibus id corpus fimbriatum videbitur, ratio eadem erit fere, ac jam diximus; quomodo rem paulo attentius consideranti facile apparebit. E contrario, si aliquod nigrum corpus circundatum sit albo; jam colores, qui id per prisma inspicienti se exhibebunt, attribuendi erunt lumini corporis albi, se in nigri partes diffundenti; quamobrem & contrario ordine dispositi apparent, ac cum album corpus circundatum sit nigro. Hocque idem de iis corporibus per prisma inspectis intelligendum est, quibus partium suarum aliæ aliis minus sint luminosæ. Etenim in confinibus partium magis minusque luminosarum, colores eisdem de causis semper oriri debebunt

ex

ex majori lumine partium luminosiorum; & eodem esse genere & ordine, ac si partes obscuriores essent nigræ; sed tamen magis languidi esse, & diluti.

Porro, quod de coloribus, quos prismata exhibeant, dictum est; idem facile de coloribus, quos telescopiorum microscopiorumve vitra, vel etiam oculi ipsius humores exhibeant, intelligi poterit. Etenim si vitrum objectivum telescopii, crassius sit ab una parte quam ab altera; vel si dimidia pars vitri, vel dimidia pars pupillæ oculi, corpore aliquo opaco obtegatur: utique id vitrum objectivum, vel ea ipsius pars, oculive pupillæ pars, quæ non sit obtecta, considerari poterit ut cuneus lateribus curvis. Omnis autem cuneus e vitro, vel ex alia ulla materia pellucida, eundem, ac prisma, in refringendo lumine inter transmittendum, effectum obtinet.

Denique colores in experimentis nono & decimo primæ Partis hujus Libri, quemadmodum e diversa luminis reflexibilitate oriantur; ex iis, quæ ibi dicta sunt, satis quidem est manifestum. Verum notatu dignum est in nono experimento, tamdiu dum directum Solis lumen est subflavum, nimiam radiorum cæruleorum in reflexo luminis radio M N [*Fig.* 21.] admixtam portionem, ad id duntaxat valere, ut color iste subflavus in albidum subcæruleum convertatur, non autem ut is colorem plane cæruleum induat. Quo igitur is colorem cæruleum meliorem traheret; usus sum, loco subflavi luminis solaris, lumine albo nubium; variato nonnihil, quomodo infra sequitur, illo experimento. TAB. IV. PART. I.

EXPERIMENTUM XVI.

Sit H F G [*Fig.* 13.] prisma in aperto aere collocatum; & S oculus spectatoris, inspicientis nubes per lumen ipsarum, quod ingrediatur in prisma per faciem planam F I G K, in eoque reflectatur a basi H E I G, indeque per faciem planam H E F K egrediatur ad oculum. Quum prisma & oculus convenienter locati sint, ut anguli incidentiæ & reflexionis TAB. IV.

xionis ab basin sint circiter quadragenum graduum, spectator videbit arcum cæruleum M N, ab uno usque basis extremo ad alterum pertingentem: cujus quidem arcus pars concava ipsi obversa videbitur; & basis pars I M N G, quæ erit ultra istum arcum, luminosior videbitur, quam ejusdem pars citerior E M N H. Profecto arcus iste cæruleus, quum manifesto nulla alia ex causa oriatur, quam e reflexione superficiei specularis; adeo mirum videtur ac singulare phænomenon, & cujus adeo nulla ratio ex vulgaribus philosophorum hypothesibus afferri possit; ut non potuerim, quin id notatu & explicatu dignissimum existimarem. Jam igitur ut hujus rei causam ac rationem intelligamus; finge prismatis latera plana & basin, planitie A B C ad perpendiculum intersectas. Ab oculo ad lineam B C, qua planities ista basin prismatis intersecat, ducantur lineæ *S p* & *S t*, ita ut fiant angulus *S p* C graduum $50\frac{1}{9}$, & angulus *S t* C graduum $49\frac{1}{28}$: eritque jam punctum *p* terminus ultra quem nulli radiorum maxime refrangibilium transmitti per basin prismatis & refringi possint; eorum scilicet quorum incidentia talis sit, ut ad oculum reflecti queant. Similiter, punctum *t* erit terminus ultra quem nulli radiorum minime refrangibilium transmitti queant per basin; quorum utique incidentia talis sit, ut ad oculum reflecti possint: & punctum *r*, in medio inter *p* & *t*, erit similiter terminus transmissionis radiorum mediocriter refrangibilium. Quamobrem omnes radii minime refrangibiles, incidentes in basin ultra *t*, hoc est, inter *t* & B, qui quidem inde ad oculum reflecti queant; reflectentur utique ad oculum: at citra istud *t*, hoc est, inter *t* & C, multi istorum radiorum transmittentur per basin. Similiter omnes radii maxime refrangibiles, incidentes in basin ultra *p*, hoc est, inter *p* & B, qui quidem inde ad oculum reflecti queant; reflectentur utique ad oculum: at citra istud *p*, hoc est, inter *p* & C, multi istorum radiorum transmittentur per basin & refringentur. Idemque similiter intelligendum est de radiis mediocriter refrangibilibus, ex utraque parte puncti *r*. Ex quo efficitur, basis prismatis partem

eam,

eam, quæ inter *t* & B interjaceat; totali radiorum omnium generum reflexione ad oculum, albam atque claram videri debere: e contrario autem, quæ ejus pars inter *p* & C interjaceat; eam, ex transmissu multorum omne genus radiorum, magis pallidam, obscuram, tenebrosamque videri oportere: at in *r*, omnique in parte inter *p* & *t*; ubi omnes radii maxime refrangibiles reflectuntur ad oculum, multi autem minime refrangibilium transmittuntur; nimiam radiorum maxime refrangibilium admixtam lumini reflexo portionem, inficere debere id lumen suo colore, hoc est, violaceo & cæruleo. Hocque idem evenit, quacunque in parte basis, inter extrema HG & EI, capiatur linea C*prt* B.

PROPOSITIO IX. Problema IV.

Ex proprietatibus luminis supra expositis, explicare arcus cælestis colorum rationem.

HIC arcus nunquam videtur, nisi cadente pluvia, & simul fulgente Sole. Repræsentari autem potest etiam arte, jaciendo aquam in sublime, quæ in guttulas dispersa, in modum pluviæ, decidat. Etenim Solis radii in hujusmodi guttulas incidentes, semper arcum exhibent spectatori apta positione inter Solem & pluviam collocato. Unde hodie convenit inter omnes, arcum istum refractione luminis solaris in guttulis pluviæ cadentis effici. Intellexerunt hoc etiam antiquorum nonnulli: inter recentiores autem plenius id invenit uberiusque explicavit celeberrimus *Antonius de Dominis* Archiepiscopus *Spalatensis*, in libro suo *de radiis visus & lucis*, quem ante annos amplius viginti scriptum, in lucem tandem edidit amicus suus *Bartolus*, *Venetiis* anno 1611. In eo enim libro ostendit vir celeberrimus, quemadmodum arcus interior, binis refractionibus radiorum Solis, singulisque reflexionibus inter binas istas refractiones intervenientibus, in rotundis pluviæ guttis effingatur;

tur; exterior autem arcus, binis refractionibus, binisque itidem reflexionibus interjectis, in similibus aquæ guttis efficiatur. Suamque is explicandi rationem experimentis comprobavit, in phiala aquæ plena, & globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocatis; quo duorum arcuum istorum colores, in illis se exhiberent contemplandos. Porro, eandem explicandi rationem persecutus est *Cartesius* in meteoris suis; eamque quæ est de arcu exteriori, insuper emendavit. Verum cum hi scriptores veram colorum originem non intelligerent; necesse erit hanc materiam paulo adhuc ulterius prosequi. Ut clarius igitur intelligamus, quemadmodum arcus cœlestis efficiatur; esto globus BNFG, TAB. IV. [*Fig.* 14.] centro C & semidiametro CN descriptus, pluviæ gutta, vel aliud quodvis corpus perlucidum globosum. Sit porro AN unus ex radiis Solis, incidens in globum istum ad N, indeque refractus ad F; ubi vel exeat e globo refractus ad V, vel reflectatur ad G; ibique iterum vel exeat refractus ad R, vel reflectatur ad H: ubi tandem exeat refractus ad S, radiumque incidentem secet in transversum in Y. Produc jam AN & RG, donec coeant in X; & super AX & NF, demitte perpendiculares CD & CE; & produc CD, donec incidat in circumferentiam ad L. Denique, parallelam radio incidenti AN duc diametrum BQ; sitque sinus incidentiæ ex aere in aquam, ad sinum refractionis, ut I ad R. Jam si fingas punctum incidentiæ N moveri & ferri gradatim a puncto B ad usque punctum L; arcus QF augebitur primo, & deinde minuetur; & similiter angulus AXR, quem continent radii AN & GR: isteque arcus QF & angulus AXR maximi tum erunt facti, cum ND sit ad CN, ut $\sqrt{II-RR}$ ad $\sqrt{3RR}$; quo in casu NE erit ad ND, ut 2R ad I. Præterea angulus AYS, qui continetur radiis AN & HS, minuetur primo, & deinde augebitur: minimus autem tum erit factus, cum ND sit ad CN, ut $\sqrt{II-RR}$ ad $\sqrt{8RR}$; quo in casu NE erit ad ND, ut 3R ad I. Similiter an-

angulus quem radius proximus emergens, (hoc est, radius post tres reflexiones emergens,) continet cum radio incidente A N, veniet tum ad terminum suum, cum ND sit ad CN, ut $\sqrt{II-kR}$ ad $\sqrt{15\,RR}$; quo in casu NE erit ad ND, ut 4 R ad I. Porro, angulus quem radius adhæc proximus emergens (hoc est, radius post quatuor reflexiones emergens,) continet cum radio incidente AN, veniet tum ad terminum suum, cum ND sit ad CN, ut $\sqrt{II-kR}$ ad $\sqrt{24\,RR}$; quo in casu NE erit ad ND, ut 5 R ad I. Et similiter in infinitum: numeris nimirum 3, 8, 15, 24, &c. collectis continua additione terminorum arithmeticæ progressionis, 3, 5, 7, 9, *&c.* Quorum quidem omnium veritatem facile expendent intelligentque mathematici.

Jam observandum est; sicuti quum Sol ad tropicorum alterutrum accedat, dierum longitudo per aliquod temporis spatium parvis admodum portionibus augetur vel minuitur; ita hosce angulos, quum (augendo distantiam CD) ad terminos suos perveniunt, quantitatem suam aliquandiu variare parva admodum portione; ideoque radiorum in omnia puncta N quadrantis BL incidentium, multo majorem numerum emergere debere prope terminos horum angulorum, quam in aliis ullis inclinationibus. Observandum est præterea, futurum ut radii, qui refrangibilitate inter se differunt, diversos habeant terminos angulorum suorum emersionis; & consequenter, pro diversis refrangibilitatis gradibus, emersio ipsorum copiosissima in diversis angulis fiat; adeoque ipsi a se invicem separati, suum singuli colorem proprium exhibeant. Isti autem anguli qui sint, ex præcedenti theoremate facili computatione colligi poterit.

Etenim in radiis minime refrangibilibus, sinus I & R (quomodo supra comperimus) sunt 108 & 81: unde, posito calculo, angulus maximus A X R invenietur graduum 42, 2'; & angulus minimus AYS, graduum 50, 57'. In radiis autem maxime refrangibilibus, sinus I & R sunt 109 & 81: unde, posito calculo, angulus maximus AXR invenietur graduum

duum 40, 17′; & angulus minimus AYS, graduum 54, 7′.

Finge jam O esse oculum spectatoris, & OP [*Fig.* 15.] lineam parallelam radiis Solis; sintque POE, POF, POG, POH, anguli graduum 40, 17′; 42, 2′; 50, 57′; & 54, 7′, respective: Jamque hi anguli circum latus suum commune OP circumacti, describent reliquis suis lateribus OE, OF; OG, OH; margines duorum arcuum AFBE & CHDG. Etenim si E, F, G, H, sint guttæ collocatæ ubivis in superficiebus conicis descriptis à lineis OE, OF, OG, OH; & illuminatæ radiis Solis SE, SF, SG, SH: utique angulus SEO, cum sit æqualis angulo POE, sive graduum 40, 17′; erit maximus angulus, in quo radii maxime refrangibiles possint post unam reflexionem refringi ad oculum; & proinde guttæ omnes in linea OE emittent ad oculum radios maxime refrangibiles copiosissime; eoque pacto sensui colorem violaceum saturatissimum illo in loco exhibebunt. Simili ratione, angulus SFO, cum sit æqualis angulo POF, sive graduum 42, 2′; erit utique maximus, in quo radii minime refrangibiles possint post unam reflexionem emergere e guttis; & proinde guttæ in linea OF emittent ad oculum radios istos copiosissime, eoque pacto sensui colorem rubrum saturatissimum illo in loco exhibebunt. Porro, eadem argumentandi ratione, radii qui sint intermediis refrangibilitatis gradibus, emittentur copiosissime e guttis inter E & F; & sensui exhibebunt colores intermedios eo ordine, qui refrangibilitatis ipsorum gradibus respondeat; hoc est, in progressu ab E ad F, sive ab interiori parte arcus ad exteriorem, colores hosce ordine exhibebunt, violaceum, indicum, cæruleum, viridem, flavum, aureum, rubrum. Verum enimvero color violaceus, propter admixtum lumen album nubium, evanidus videbitur & ad purpureum accedens.

TAB. IV.

Rursum, angulus SGO, cum sit æqualis angulo POG, sive graduum 50, 57′; erit utique minimus angulus, in quo radii minime refrangibiles possint post binas reflexiones emergere e guttis; quare guttæ in linea OG emittent ad oculum radios minime refrangibiles

frangibiles copiosissime; eoque pacto sensui colorem rubrum saturatissimum illo in loco exhibebunt. Similiter angulus SOH, cum sit aequalis angulo POH, sive graduum 54, 7'; erit utique minimus angulus, in quo radii maxime refrangibiles possint post binas reflexiones emergere e guttis; quare guttae in linea OH emittent ad oculum radios istos copiosissime; eoque pacto sensui colorem violaceum saturatissimum illo in loco exhibebunt. Eademque argumentandi ratione, guttae in mediis partibus inter G & H, sensui exhibebunt colores intermedios eo ordine, qui refrangibilitatis suae gradibus respondeat; hoc est, in progressu a G ad H, sive ab interiori parte arcus ad exteriorem, colores hosce ordine exhibebunt, rubrum, aureum, flavum, viridem, caeruleum, indicum, violaceum. Denique, cum hae quatuor lineae OE, OF, OG, OH, qualibet in parte superficierum conicarum supra memoratarum sitae esse possint; utique quod de guttis & coloribus in istis lineis dictum est, id de guttis & coloribus in omni parte istarum superficierum similiter dictum intelligi oportet.

Atque hoc pacto effecti erunt duo arcus colorati; interior ac clarior, una reflexione intra guttas facta; & exterior ac dilutior, binis reflexionibus: etenim lumen unaquaque reflexione fit languidius perpetuo. Porro arcuum istorum colores contrario erunt ordine dispositi inter se: color enim ruber utriusque arcus, continens erit utrinque spatio GF inter duos arcus interjacenti. Arcus interioris latitudo EOF, in transversum coloribus dimensa, erit gradus 1, 45'; exterioris latitudo GOH, 3, 10'; arcuumque inter se distantia GOF, 8, 55'; maxima nimirum semidiametro interioris, hoc est, angulo POF, existente 42, 2'; & minima semidiametro exterioris POG, 50, 57'. Hae sunt mensurae arcuum, ita utique futurae, si Sol esset unum duntaxat punctum. At enim Solis globi latitudine latitudo arcuum augebitur, eorumque distantia inter se minuetur, dimidio gradu. Jamque latitudo arcus interioris erit 2, 15'; latitudo exterioris, 3, 40'; distantia ipsorum inter se, 8, 25'; maxima semidiameter arcus interioris, 42, 17'; & minima

exterioris, 50, 42′. Atque hæ quidem revera arcuum in cœlo reperiuntur mensuræ quam proxime, quando colores ipsorum clari atque perfecti videntur. Quondam enim, qua tum accideret ut potuerim ratione, dimensus sum maximam semidiametrum arcus interioris, eamque comperi graduum circiter 42; eodemque tempore latitudinem colorum rubri, flavi, & viridis, in eodem arcu, comperi esse minutorum 63 vel 64; præter extremum colorem rubrum evanidum, claritate nubium circumjacentium obscuratum, in quem tria vel quatuor minuta amplius annumerari poterunt. Latitudo coloris cærulei erat circiter 40 minutorum amplius; præter violaceum, qui claritate nubium circumjectarum ita erat obscuratus, ut ejus latitudinem dimetiri non potuerim. Verum posito quod latitudo cærulei simul & violacei æqualis sit latitudini rubri, flavi, & viridis simul itidem sumptorum; erit jam tota hujus arcus latitudo, graduum $2\frac{1}{4}$, ut supra. Minimum intervallum, quo arcus interior exteriorque inter se distarent, erat circiter graduum 8, 30′. Exterior arcus latior erat, quam interior; verum adeo evanidus, præsertim a cærulea sui parte, ut latitudinem ejus distincte dimetiri haud potuerim. Alio tempore, cum ambo arcus distinctiores apparerent, dimensus sum latitudinem arcus interioris, graduum 2, 10′: eratque latitudo colorum rubri, flavi, & viridis, in exteriori arcu, ad latitudinem eorundem colorum in interiori; ut 3 ad 2.

Hæc arcus cœlestis phænomena explicandi ratio confirmatur adhuc amplius experimento illo notissimo, quod *Antonius de Dominis* & *Cartesius* excogitarunt. Suspensus nempe in Sole globus vitreus aquæ plenus, inspiciendus est tali in positu, ut radii a globo ad oculum pervenientes, contineant cum Solis radiis angulum vel 42 vel 50 graduum. Etenim quum iste angulus erit factus graduum 42 vel 43, spectator (puta ad O) videbit colorem rubrum clarum in ea parte globi, quæ erit a Sole aversa; quomodo repræsentatur ad F: sique iste angulus paulo minor factus fuerit (puta deprimendo globum ad E,) videbuntur continuo alii colores, flavus,

vus, viridis, & cæruleus ex ordine, in eadem parte globi. Verum quum iste angulus erit factus graduum circiter 50, (puta attollendo globum ad G,) videbitur tum color ruber in ea parte globi, quæ erit Soli obversa; sique angulus iste adhuc major factus fuerit (puta attollendo globum ad H,) color ille ruber convertet se in alios colores, flavum, viridem, & cæruleum ex ordine. Porro rem eandem expertus sum, intuendo globum immotum, attollendo autem interea vel deprimendo oculum, vel aliter eum movendo, prout opus erat facto; donec angulus ante dictus, justa magnitudine esset constitutus.

Audivi narratum, lumen candelæ refractum prismate ad oculum, ita se habere, ut cum color cæruleus incidat in oculum, spectator videat tum in prismate rubrum; cumque ruber incidat in oculum, tum is cæruleum videat. Quod quidem si verum esset; utique colores in globo antedicto, & in arcu cœlesti, ordine contrario, quam experimur, apparere deberent. Verum errorem hunc inde ortum puto, quod, cum colores luminis candelæ valde sint languidi, difficile sit discernere quinam colores in oculum incidant. Etenim ipse observavi sæpe e contrario, in Solis lumine a prismate refracto, spectatorem semper eum colorem in prismate videre, qui incidat in oculum. Idemque etiam in lumine candelæ, verum esse comperi. Cum enim prisma lente moveatur e linea, quæ directo a candela ad oculum ducta sit; color ruber primum videtur in prismate, deinde cæruleus; ac proinde uterque tum videtur, cum incidat in oculum: nam color ruber primo super oculum transit, deinde cæruleus.

Lumen quod binis refractionibus sine ulla reflexione per guttas pluviæ transmittitur, fortissimum videri debet intervallo circiter 26 graduum a Sole, & languescere gradatim utroque, prout intervallum istud vel augeatur vel minuatur. Idemque dictum intelligi debet, de lumine per grandinem globosam transmisso. Quod si grando, quomodo sæpe evenit, compressa sit aliquantum atque planior facta; utique lumen transmissum adeo forte evadere poterit intervallo paulo minus 26 graduum,

graduum, ut circum Solem aut Lunam Halo sive coronam effingat: Quæ porro Halos, quoties grando apta sit figura, colorata esse poterit: tumque intra rubra erit facta, radiis minime refrangibilibus; & cærulea extra, radiis maxime refrangibilibus; præsertim si grandinis particulæ habeant forte in centris suis opacos nivis globulos, qui lumen intra Halo intercipientes, (quomodo *Hugenius* observavit,) efficere possint ut interior ipsius pars distinctius, quam alioqui futurum esset, definita sit. Etenim hujusmodi grandinis particulæ, quamvis globosæ, tamen terminando lumem inclusa sua nive, exhibebere poterunt Halo rubram intra, & coloris expertem extra; atque etiam obscuriorem intra rubram sui partem, quam extra; uti plerunque fieri solet. Etenim ex radiis qui proxime nivem præterferuntur, rubri refringentur minime; adeoque ad oculum in lineis directissimis pervenient.

Lumen, quod e pluviæ gutta post duas refractiones & tres pluresve reflexiones egreditur, vix satis forte est ad arcum efficiendum, qui sub sensum cadat. At in glaciei particulis illis cylindraceis, quarum ope *Hugenius* rationem Parheliorum explicat, poterit fortasse sensu percipi.

PROPOSITIO X. PROBLEMA V.

Ex proprietatibus luminis supra expositis, explicare colorum in corporibus naturalibus permanentium rationem.

ISTI colores hinc oriuntur, quod a certis corporibus naturalibus certa radiorum genera reflectuntur reliquis omnibus copiosius, & ab aliis alia. Minium reflectit radios minime refrangibiles, sive rubros, copiosissime; atque inde rubrum videtur. Violæ reflectunt radios maxime refrangibiles copiosius; indeque suum habent colorem: & similiter cætera corpora omnia. Omne corpus reflectit radios, qui sunt suo ipsius colore, copiosius quam reliquos; & colorem suum inde trahit, quod radii isti in reflexo lumine prævaleant ac dominentur.

EXPE-

EXPERIMENTUM XVII.

Etenim si in luminibus homogeneis, qualia per problema in quarta propositione primæ Partis hujus Libri expositum obtineri poterunt, collocentur corpora diversorum colorum; invenies, sicuti ipse expertus sum, omne corpus in eo semper lumine, quod sit suo ipsius colore, clarissimum & luminosissimum videri. Cinnabaris in lumine rubro homogeneo, maxime resplendet; in lumine viridi, manifesto fit minus splendens; in cæruleo, etiam adhuc minus. Indicum in lumine violaceo-cæruleo, fulgentissimum est; fulgor autem iste, prout id inde pedetentim per lumen viride & flavum transvehatur ad rubrum, minuit se gradatim. Porrum lucem viridem prasinam præcipue, deinde autem cæruleam quoque & flavam, ex quibus viridis componitur, fortius reflectit quam colores reliquos rubrum & violaceum. Et similiter cætera corpora omnia. Verum quo hujusmodi experimenta evidentiora fiant, talia corpora oportebit adhiberi, quæ sint coloribus clarissimis & plenissimis. Atque etiam bina hujusmodi corpora inter se comparari oportebit. Exempli gratia; si cinnabaris & cæruleum cyprium sive ultramarinum, vel alius quivis color cæruleus floridus & largus, in lumine rubro homogeneo simul conferantur; utique utrumque videbitur rubrum; at cinnabaris quidem colore rubro videbitur claro, largo & splendentissimo; cæruleum cyprium autem, rubro quidem saturo, sed obscuro tamen & tenebricoso. Sin hæc eadem corpora deinceps in lumine cæruleo homogeneo simul conferantur; utique utrumque videbitur jam cæruleum; at cæruleum cyprium quidem colore cæruleo videbitur claro, largo & splendentissimo; cinnabaris autem, cæruleo quidem saturo, sed obscuro tamen & tenebris offuso. Quo quidem experimento clarissime, sine omni dubitatione, evincitur; lumen rubrum multo copiosius a cinnabari reflecti, quam a cæruleo cyprio; & lumen cæruleum multo copiosius a cæruleo cyprio, quam a cin-

a cinnabari. Idem autem experimentum non fine optato eventu capi poterit etiam in minio & indico, vel binis aliis quibusvis corporibus coloratis; si modo illud, quam non ex æquo forte vel languidum sit utriusque naturale lumen atque color, rationis habeatur.

Porro autem, ut corporum naturalium colorum ratio ex hisce experimentis evidens est atque manifesta; ita uberius insuper confirmatur, (adeo ut res nullam amplius dubitationem habeat,) ex duobus primis experimentis primæ Partis hujus Libri; quibus quidem experimentis probavimus in istiusmodi corporibus, lumina reflexa quæ coloribus inter se differunt, ea itidem refrangibilitatis gradibus differre inter se. Etenim inde manifestum est, alia corpora radios magis refrangibiles, alia minus refrangibiles, reflectere copiosius.

Atque hanc quidem esse non veram solummodo, sed & solam quoque horum colorum rationem, adhuc amplius inde apparere poterit, quod color luminis homogenei non possit corporum naturalium reflexione ullo modo immutari.

Etenim si corpora naturalia nequeunt reflexione sua colorem ullius generis radiorum ne quidem quicquam omnino immutare; utique ea corpora non possunt ulla alia de causa apparere colorata, quam quia radios illos reflectant, qui vel natura eo sint colore quem ipsa exhibent, vel qui aliqua sui permixtione eum conficere debeant.

Verum in hujusmodi experimentis capiendis, cavendum est diligenter, ne lumen non sit satis perfecte homogeneum. Si enim corpora illuminaveris coloribus vulgaribus prismate exhibitis; videbuntur ea jam neque suo ipsorum colore, qualem interdiu & in aprico exhibent; neque colore qui est luminis jam sibi immissi; sed colorem aliquem referent inter utrumque medium; uti ipse experiundo comperi. Exempli gratia: minium lumine viridi ordinario prismatibus exhibito illuminatum, neque rubrum videbitur neque viride; sed aureum aut flavum, vel coloris alicujus inter flavum & viridem medii, pro eo ut viride lumen, quo id illuminatum fit,

sit, magis fuerit minusve compositum. Etenim ex una parte; quoniam minium, quum illuminatum sit lumine albo, in quo omnia radiorum genera ex æquo commixta sunt, rubrum videtur; in viridi autem lumine omnia radiorum genera non sunt ex æquo commixta; utique radii flavi, virides, & cærulei, qui in isto viridi lumine jam in minium incidente insunt nimia portione, efficere debebunt ut iidem radii in reflexo etiam lumine adeo prævaleant, ut id, cum rubrum esse deberet, jam colorem ipsorum subviridem trahat. Ex altera autem parte; quoniam minium radios rubros reliquis omnibus copiosius, pro ratione numeri ipsorum in lumine incidente, reflectit; & deinceps aureos atque flavos; utique isti radii in lumine reflexo majorem jam proportionem ad totum illud lumen habebunt, quam habuerant ad lumen viride incidens; ac proinde efficient ut lumen illud reflexum, cum viride esse deberet, jam colorem ipsorum subrubrum trahat. Atque hoc quidem pacto minium neque rubrum videbitur, neque viride; sed colore aliquo inter utrumque medio.

In liquoribus ita coloratis, ut tamen sint pellucidi, observandum est colorem una cum crassitudine ipsorum variari solere. Exempli gratia; liquor ruber in vitro conico inter lucem & oculum collocatus, prope a fundo, ubi tenuior est, colore flavo videtur pallido ac diluto; paulo superius autem, ubi crassior est, colorem aureum induit; qua parte adhuc crassior est, rubrum; qua denique crassissimus est, colorem rubrum saturum atque pressum. Etenim existimandum est, istiusmodi liquorem intercipere radios indicos & violaceos facillime; cæruleos, difficilius; virides, adhuc difficilius; rubros, omnium difficillime: Quod si igitur crassitudo liquoris ea sit duntaxat, qua radiorum violaceorum indicorumque satis multi intercipiantur, nec tamen de reliquorum numero multum diminuatur: tum utique ex reliquis istis (per prop. 6. hujus Partis) colorem componi debere pallidum flavescentem: Verum si liquoris crassitudo tanta sit facta, ut cæruleorum quoque radiorum plurimos intercipiat, etiam & viridium nonnullos;

 nullos;

nullos; tum utique ex reliquis colorem componi debere aureum: Cumque porro liquor iste eo crassitudinis excreverit, ut etiam maximam partem radiorum viridium intercipiat, flavorum quoque aliquammultos; tum utique ex reliquis oriri oportere colorem rubescentem: Qui denique color ruber, pro eo ut radii flavi atque aurei (augendo adhuc liquorem in crassitudinem) magis magisque intercipiantur, largior perpetuo saturatiorque fieri debeat; donec pauci admodum radiorum, præter rubros solos, demum transmitti possint.

Atque hujus quidem generis est experimentum, quod mihi nuper retulit D. *Halleius*; qui cum, die quodam insolato, in mare se ad ingentem usque aquarum altitudinem in vase ad urinandum comparato submersisset, observavit superiorem partem manus suæ, cui Sol per aquas superiores ad altitudinem multarum orgyiarum incumbentes, perque parvam fenestram vitream in vase infixam, directo tum collucebat, colore roseo sibi visam esse; aquam autem infra se, & inferiorem manus suæ partem, illustratam lumine ab aqua inferiori reflexo, virides esse visas. Etenim hinc colligi potest, aquam marinam reflectere radios violaceos & cæruleos facillime, rubros autem liberrime & copiosissime ad ingentem usque altitudinem transmittere. Nam hoc quidem pacto directum Solis lumen, in ingenti aquarum altitudine, propter radios rubros numero prævalentes, rubrum videri oportebit; & quo major fuerit aquarum altitudo, eo largior ac saturior color iste ruber esse debebit. Reflexi autem inferne radii cærulei, virides, & flavi, copiosius multo quam rubri; etiam in ea aquarum altitudine, quo radii violacei vix penetrant omnino; colorem viridem exhibeant necesse est.

Jam si duo liquores, coloribus largis saturatisque, puta rubro & cæruleo, ea quantitate in crassitudinem, qua colores ipsorum justam saturitatem habeant, inspiciantur; quamvis uterque eorum satis translucidus sit seorsum, tamen ambo non erunt conjunctim translucidi. Si enim per unum horum

horum liquorum radii rubri soli transmittantur, & cærulei soli per alterum; utique per utrumque transmitti poterunt plane nulli. Hoc casu & fortuito expertus est D. *Hookius* in cuneis vitreis, liquoribus rubro & cæruleo plenis; magnamque ei admirationem movit improvisus & inopinatus rei eventus; cujus quippe causa tum prorsus incognita esset: quo equidem magis experimento ejus fidem habeo, quamvis ipse id non iteraverim. Verum quicunque hujus rei experimentum iterum capere velit; ei diligentissime illud in primis erit agendum, ut liquores sint coloribus bonis admodum & saturatis.

Existimandum est autem, dum corpora fiunt colorata, reflectendo aut transmittendo hoc vel illud genus radiorum copiosius quam cæteros; utique intercipere ea & restinguere intra se radios illos quos neque reflectunt neque transmittunt. Etenim si aurum in bracteas tenuissimas ductum, collocetur inter oculum & lucem; lux per id cærulea videbitur, vel viridis. Quare aureum solidum intromittit in se radios cæruleos; eosque ultro citroque reflexos aliquandiu intra se, intercipit tandem atque restinguit penitus; dum radios flavos reflectit extra, ipsumque adeo videtur flavum. Quo autem modo bracteæ aureæ, flavæ videntur lumine reflexo, & cæruleæ transmisso; aurum autem solidum, omni ex parte, omnique in positu oculi, ex æquo flavum: eodem fere modo certi sunt liquores, ut ligni nephritici infusio; & certa etiam vitri genera; quæ unum genus luminis transmittunt copiosius, aliud autem genus reflectunt; eoque pacto coloribus variis, pro vario oculi atque luminis positu, videntur. Quod si liquores vel vitra ista, adeo crassa ac solida essent facta, ut nullum omnino lumen per ea transmitti posset; equidem nihil dubito, (quamvis nondum quidem expertus hoc affirmare queam,) quin ea similiter ac alia omnia corpora opaca, uno eodemque colore in omni oculi positu essent apparitura. Etenim opaca ipsa corpora omnia colorata, cum (quantum ego quidem observare potuerim)

lucem transmittere possint, si modo satis tenuia facta sint; utique perlucida sunt quodam modo, & gradu duntaxat pelluciditatis differunt a liquoribus pellucidis coloratis; quippe & hi liquores, æque ac corpora illa, nimia crassitudine evadunt opaci. Porro, corpus pellucidum, quod cujusvis coloris videatur lumine transmisso; poterit etiam ejusdem coloris videri, lumine reflexo; ita videlicet, si lumen istius coloris reflectatur a posteriori corporis superficie, vel ab aere qui est ultra eam. Tumque color iste reflexus diminui poterit, & fortasse evanescere; augendo corpus ipsum in crassitudinem, & induendo id a tergo pice, ad cohibendam superficiei ejus posterioris reflexionem; ut lumen adeo ab ipsis corporis particulis reflexum prævaleat, &, quo colore se inde tinxerit, ostendere possit. Utique tali in casu, crediderim colorem luminis reflexi alium facile futurum, ac transmissi. Verum unde tandem fiat, ut corpora & liquores colorata, reflectant alia genera radiorum, alia autem intromittant vel transmittant; id in sequenti Libro dicetur. In hac propositione satis habebo, illud me ita comprobasse, ut res nullam amplius dubitationem habere possit; ejusmodi proprietates revera in corporibus inesse, eaque inde apparere colorata.

PROPOSITIO XI. PROBLEMA VI.

Permixtis inter se luminibus coloratis, componere radium luminis, qui sit eodem colore eademque natura, ac radius directi luminis Solis; in eoque experiri propositionum præmissarum veritatem.

TAB. IV. SIT ABC *abc* [*Fig.* 16.] prisma, quo Solis radius in cubiculum tenebricosum per foramen F immissus, refringatur ad lentem MN; superque ea in locis *p*, *q*, *r*, *s*, & *t*, depingat colores solitos, violaceum, cæruleum, viridem, flavum & rubrum. Radios jam ita divergentes, cogat refractio hujus lentis; faciatque ut iterum convergant ad X; ubi permixtio-

mixtione colorum illorum omnium inter se albitudinem, quomodo supra expositum est, conficiant. Tum in X collocetur aliud prisma D E G *d e g* priori parallelum; quo lumen id album refringatur sursum versus ad Y. Sint refringentes prismatum anguli, ipsorumque distantiæ a lente, æquales comparate inter se; ut radii, qui convergebant a lente ad X, quique ibi, absque nova refractione esset, futurum erat ut decussarentur divergerentque iterum; refractione jam secundi prismatis fiant denuo paralleli inter se, nec divergant amplius. Etenim hoc pacto ex radiis istis, compositus erit iterum radius albus X Y. Si angulus refringens utriusvis prismatis major fuerit; id prisma tanto propius a lente distet oportebit. At enim quando demum prismata & lens apte sint inter se disposita, ita intelliges; si observabis utrum radius X Y, qui e secundo prismate egreditur, sit ad usque extrema sui latera perfecte planeque albus; &, interjectis quibuscunque a prismate intervallis, perfecte & ex omni parte albus, haud secus ac directus Solis radius, permaneat necne. Etenim usque eo, donec is ita se habeat, mutanda erit perpetuo & corrigenda prismatum lentisque dispositio inter se. Quum autem hæc omnia apte disposita compereris; si tum deinceps ope trabis longioris, qualis in schemate depicta est, vel tubi, vel alius cujusvis instrumenti in id comparati, prismata & lens eo in situ fixa retineantur; poteris exinde in hoc composito luminis radio X Y earundem omnium rerum experimenta capere, quarum hactenus fecimus in directo Solis lumine. Nam hic compositus radius eandem habet speciem, easdemque omnes omnino proprietates, quantum ego quidem observare potuerim; ac directus Solis luminis radius. Porro autem, inter experimenta in hoc radio agenda, poteris, intercipiendo quoties libuerit quemvis colorum *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, ad lentem, videre manifesto quemadmodum colores in hujusmodi experimentis generati, non sint alii, sed iidem plane, qui erant radiorum ad lentem, jam antequam ii ad hunc radium constituendum convenirent; & conse-

quen-

quenter colores istos non oriri ex novis luminis modificationibus, refractione scilicet & reflexione ei impressis; sed ex variis duntaxat separationibus ac mixturis radiorum, congenitas utique qualitates suas colorificas habentium.

Exempli gratia: Quum lente uncias $4\frac{1}{4}$ lata, duobusque prismatibus a lente utrinque pedes $6\frac{1}{4}$ distantibus, compositum istiusmodi radium luminis confecissem: ut experire deinceps quæ esset causa atque ratio colorum prismatibus exhibitorum, refregi compositum istum radium luminis X Y alio prismate H I K *k h*, eoque pacto solitos prismatis colores P Q R S T in chartam L V ultra collocatam projeci; tumque intercipiendo quemvis colorum *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, ad lentem, observabam eundem colorem charta L V continuo evanescere. Ita, si color purpureus *p* intercipiebatur ad lentem; utique purpureus P in charta continuo evanescebat: reliqui autem colores permanebant nihil immutati; nisi forte cæruleum excipias, qui eatenus fortasse immutaretur, quatenus aliquid purpurei in eo ad lentem latitans, refractionibus sequentibus postea separari potuerit. Similiter, intercepto ad lentem colore viridi *r*; utique viridis R in charta continuo evanescebat; idemque de cæteris coloribus similiter intelligendum est. Ex quo manifesto apparet; ut radius albus X Y compositus erat ex diversis luminibus ad lentem varie coloratis; ita colores ex eo postea ope novarum refractionum emergentes, non alios esse, quam eos ipsos, ex quibus albitudo illa composita fuerat. Utique refractio prismatis H I K *k h* generat colores P Q R S T in charta L V, non immutando colorificas radiorum qualitates, sed separando radios a se invicem, qui easdem videlicet qualitates colorificas habebant, jam antequam ad refractum luminis albi radium X Y componendum coirent. Etenim alioqui fieri posset ut radii, qui fuerant uno quovis colore ad lentem, alio forte colore essent deinde in charta; contra, quam experientia comperimus.

Similiter, ut experirer quæ esset corporum naturalium colorum causa atque ratio; collocabam istiusmodi corpora in radio

dio illo albo composito X Y; & comperiebam ea omnia suos ipsorum colores proprios exhibere tales, quales interdiu in aprico exhibere solent; eosque porro colores pendere omnino ex radiis, qui essent iisdem coloribus ad lentem, jam antequam ad radium illum componendum coirent. Exempli gratia: Cinnabaris in radio illo albo collocata, eodem plane videtur colore rubro, ac in cœlo aperto posita. Quod si porro intercipiantur ad lentem radii virides & cærulei; utique rubor ipsius jam multo clarior atque largior erit factus. Verum si radios rubros ad lentem intercipias; cinnabaris non jam amplius rubra videbitur, sed viridis vel flava, vel alio quovis colore, pro eo ut hæc vel illa radiorum genera in eam incidere permittas. Similiter, aurum in lumine illo albo X Y, eodem colore flavo videtur, ac in aprico lumine diuturno: verum intercepto ad lentem certo & apto radiorum flavorum numero, æquiparabit id argentum albitudine; quomodo ipse experiundo comperi: ex quo apparet colorem flavum, quo aurum tum videtur cum nulli intercepti sint radii, oriri ex radiis illis flavis redundantibus, qui, cum per lentem iterum transire permittuntur, albitudinem jam dictam suo colore inficiunt. Sic quoque ligni nephritici infusio, cum in hoc composito radio albo X Y collocata sit, (uti ipse itidem expertus sum,) cærulea videtur reflexo lumine, & flava vel rubra transmisso; eodem modo ac quum clara diurna luce & in sole inspiciatur: verum si intercipias lumen cæruleum ad lentem; utique infusio illa amittet cæruleum suum colorem reflexum; dum transmissus color ruber permanebit nihilo minus perfectus; immo, propter sublatos radios aliquos cæruleos quibus antea dilutus fuerat, etiam saturior is ac largior erit factus. E contrario autem, si radii rubri atque aurei intercipiantur ad lentem; jam amittet infusio colorem suum rubrum transmissum; dum color cæruleus reflexus permanebit usque, atque etiam largior & perfectior erit factus. Ex quo apparet infusionem illam, non utique ipsam inficere radios coloribus cæruleo & flavo; sed

S tan-

tantum transmittere copiosius eos, qui erant ante rubri; & reflectere copiosius eos, qui erant ante cærulei. Atque eodem quidem modo examinari atque probari poterunt aliorum quorumvis phænomenorum rationes; si capiantur experimenta in hoc arte composito luminis radio X Y.

OPTI-

OPTICES
LIBER SECUNDUS.

PARS I.

Obſervationes circa reflexiones, refractiones & colores corporum tenuium pellucidorum.

OBſervatum fuit antehac ab aliis, corpora pellucida, ut vitrum, aquam, aerem & ſimilia, quum inflando tenſa ſint in pertenues bullulas, vel alio quovis modo in lamellas ſummæ tenuitatis ducta; varios utique colores, pro varia ſua tenuitate, exhibere; quamvis eadem, quum ſint craſſiora, plane pellucida videantur & coloris expertia. In priori libro ſermonem de hujuſmodi coloribus conſulto abſtinui; quoniam & ipſi difficilioris videbantur explicatus; neque in-

tellectu necessaria erat ipsorum ratio, ad proprietatum luminis eo in libro expositarum explicationem comprobandam. Verum cum hi ad nova porro inventa, quibus lucis theoria perfici atque absolvi possit, multum queant conferre; maxime quoad constitutionem ac dispositionem partium, ex quibus corporum naturalium colores vel pelluciditas pendeant; visum est mihi hoc in loco, quæ de hujusmodi coloribus observaverim, paucis exponere. Ut autem brevius atque distinctius absolvam; primo observationum ipsarum præcipuas describam; deinde, quid ex eis colligi videatur, & quis in eis usus esse possit, exponam. Observationes autem meæ, hujusmodi fuerunt.

OBSERVATIO I.

Cum bina prismata paulo arctius ad se comprimerem invicem, ut latera ipsorum (quæ erant forte aliquantulum convexa) se aliqua sui parte inter se contingerent; observabam locum, ubi illa contingerent inter se, plane & perfecte pellucidum illico esse factum; perinde ac si vitrum ibi fuisset unum & continuum. Etenim quum lumen in aerem istum, qui in reliquis omnibus facierum commissarum partibus inter bina prismata interjaceret, adeo oblique incideret, ut id omne reflecteretur; in illa parte, ubi facies eæ se contingebant inter se, videbatur id omne transmitti: adeo ut locus ille contactus, cum inspiceretur, videretur tanquam macula nigra vel tenebrosa; propterea quod ex illo non, uti ex aliis locis, plurimum luminis, sed parum aut nihil, quod quidem sensu percipi posset, reflecteretur: cum autem is transpiceretur, tum videretur tanquam foramen in aere illo, qui vitrorum compressu in tenuem quandam inter bina prismatum facies conformatus esset lamellam: per quod quidem foramen distincte perspici poterant corpora ultra collocata; quæ per alias vitrorum partes, ubi aerea lamella interjecta esset, cerni omnino non poterant. Porro,

quam-

quamvis prismatum facies essent aliquantum convexæ, tamen macula illa pellucens satis erat lata; quæ utique latitudo oriri præcipue videbatur ex eo, quod vitrorum partes mutuo compressu cederent nonnihil introrsum. Etenim comprimendo prismata arctius inter se; macula illa multo, quam ante latior erat facta.

OBSERVATIO II.

Quum lamina illa aerea, convertendo prismata circa axem suum communem, adeo parum tandem ad incidentes radios inclinata esset facta, ut nonnulli eorum transmitti cœperint; oriebantur in ea multi tenues arcus colorati, qui initio formam conchoidis fere exprimebant, quomodo eos in primo schemate depictos videre est. Continuando autem TAB. I. prismatum motum, arcus isti augebantur perpetuo & incurvabant sese magis magisque circa antedictam maculam pellucentem, donec tandem in circulos integros sive annulos maculæ isti circumjectos flexi, contraherent sese deinceps gradatim in parvitatem.

Arcus isti, cum apparerent primum, colore erant violaceo & cæruleo; interque eos interjecti erant arcus circulorum albi, qui, continuando prismatum motum, statim tingebantur nonnihil ab interioribus suis marginibus colore rubro & flavo, exterioribus autem marginibus confinem habebant cæruleum. Adeo ut colores ab usque macula in centro tenebrosa, hoc ordine tum essent dispositi: albus, cæruleus, violaceus; niger; ruber, aureus, flavus, albus, cæruleus, violaceus; &c. Verum flavus & ruber multo erant languidiores, quam cæruleus & violaceus.

Continuato adhuc prismatum motu circa axem suum communem, colores isti coarctabant se magis magisque, & contrahebant sese utroque in albitudinem circumjectam, donec tandem in eam penitus evanescerent. Tumque circuli in istis locis albi nigrique videbantur, sine ullis aliis coloribus intermixtis.

mixtis. Verum continuando adhuc amplius prismatum motum, colores iterum se ex albitudine explicabant; violaceus videlicet ac cæruleus ab interiori ipsius margine, ab exteriori autem ruber ac flavus. Adeo ut colores ab usque macula centrali, hoc ordine jam essent dispositi: albus, flavus, ruber; niger; violaceus, cæruleus, albus, flavus, ruber; &c. Contra quam prius erant visi.

Observatio III.

Cum annuli, vel aliquæ ipsorum partes, albi solummodo & nigri apparerent; videbantur valde distincti, & distinctis terminis definiti; eorumque nigror non minus intensus videbatur, quam ipsius maculæ centralis. Item in marginibus annulorum, ubi colores ex albitudine emergere cœperunt, satis erant distincti, eoque ad ingentem usque multitudinem sub aspectum veniebant. Numeravi nonnunquam amplius triginta series sive ordines, (computando in singulas series annulum album & nigrum;) atque etiam plures vidi, quos, quæ erat ipsorum parvitas, numerare non potuerim. Verum in aliis prismatum positionibus, ubi videlicet annuli variis coloribus tincti viderentur; haud amplius octo aut novem discernere potui; atque etiam illorum ipsorum exteriores, valde confusi videbantur atque diluti.

In hisce duabus observationibus, quo annuli distincti viderentur, colorumque omnium, præterquam albi & nigri, expertes; eos interjecto aliquo intervallo inspici oportere adverti. Etenim si oculum propius admovebam; tametsi inclinationem ejus ad planitiem annulorum nihil omnino immutaveram; emergebat tamen continuo ex albitudine color subcæruleus, qui sese in annulorum nigros magis magisque explicans, effecit ut & circuli ipsi minus distincti evaderent, & albitudo etiam coloribus rubro & flavo nonnihil tincta esset. Præterea comperiebam, inspiciendo per rimulam sive fissuram oblongam, quæ & oculi pupilla angustior esset, &

& proxime oculum prifmatibus parallela teneretur; poffe me circulos eo pacto cernere multo diftinctiores, multoque etiam majori, quam alioqui, numero, fub afpectum venientes.

Observatio IV.

Ut adhuc accuratius obfervarem, quo ordine hi colores ex albis circulis orirentur, pro eo ut radii minus minufque ad lamellam aeream inclinati effent facti; cepi duo vitra objectiva; alterum plano-convexum, ad telefcopium quatuordecim pedum; alterum autem vitrum amplum & utrinque convexum, ad telefcopium circiter pedum quinquaginta. Cumque huic vitro utrinque convexo, planam faciem alterius fuperpofuiffem; appreffi ea invicem lenta manu, ut colores in circulorum centro ex ordine emergerent; & deinde vitrum fuperius lente de inferiori fuftuli, ut colores eodem in loco itidem ordine evanefcerent. Color, qui, comprimendo vitra, noviffimus in medio colorum emergeret, videbatur femper, cum primum appareret, tanquam orbis uno fere & confimili colore ab ufque circumferentia fua ad centrum; compreffis autem arctius vitris, diffundebat is fefe & extendebat perpetuo in latitudinem quoquoverfus, donec novus aliquis color in centro ejus emergeret, adeoque is in annulum abiret novo ifti colori circumjectum. Porro, arctius adhuc compreffis inter fe vitris, annuli iftius diameter augebatur, orbitæ autem five circuitus fui latitudo minuebatur, donec novus iterum color in centro antecedentis emergeret: & fic deinceps; donec tertius, quartus, quintus, plurefque novi colores ibi ex ordine fimiliter emergerent, & in annulos abirent colori intimo circumjectos; quorum utique ultimus effet macula ipfa nigra. E contrario, vitrum fuperius lente de inferiori fublevando, diametri annulorum contrahebantur, orbitarum autem fuarum latitudo augebatur, donec fingulorum colores ad ufque centrum fua quifque vice pertingerent; quo quidem tempore, quoniam coloris ad centrum

trum exeuntis ſemper ſatis magna erat latitudo, facilius, quam antea, colorum ſingulorum ſpeciem diſcernere & diſtincte internoſcere potui. Atque hoc pacto, eorum invicem ſuccedendi ordinem atque quantitatem, illam, quæ jam infra exponetur, eſſe obſervavi.

Maculæ in centro pellucidæ, ex vitrorum contactu ortæ, ſucceſſit proxime color cæruleus, deinceps albus, flavus, & ruber. Coloris cærulei adeo puſillum erat quod aſpectu perciperetur, ut eum in circulis, quos priſmata exhibuerunt, diſcernere omnino non potuerim; neque vero in eo violacei quicquam diſtincte cernere potui: at flavus & ruber ſatis erant copioſi; & tantundem ſpatii occupare videbantur, quantum albus; quadruplo autem vel quintuplo tantum, quam quantum cæruleus. Proxima colorum ſeries prioribus illis circumjecta, erant violaceus, cæruleus, viridis, flavus & ruber: atque hi quidem omnes, largi erant & clari; ſi viridem excipias, qui & perexiguus erat, & multo etiam languidior dilutiorque quam cæteri videbatur: colorum quatuor reliquorum, violaceus ſpatium minimum occupabat; cæruleus autem minus, quam flavus vel ruber. Tertia colorum ſeries, erant purpureus, cæruleus, viridis, flavus & ruber: in qua purpureus rubicundior videbatur, quam violaceus in priori ſerie: viridis autem multo magis, quam in priori, conſpicuus erat; utpote reliquos omnes colores, excepto uno flavo, claritate atque copia æquiparans: at ruber evanuerat nonnihil, & paulo elutior erat factus; ad purpureum utique permultum deſcendens. Quarta colorum ſeries, erant viridis & ruber: viridis copioſus erat admodum atque floridus, accedens ad cæruleum ex altera parte, ex altera ad flavum: verum in hac quarta ſerie nullus erat violaceus, cæruleus, neque flavus; atque etiam ruber valde imperfectus erat, ac nubilus. Qui porro hiſce ſuccedebant colores, adhuc magis magiſque evanidi dilutique videbantur; donec poſt tres vel quatuor deinceps ſeries, tandem in ipſam plane albitudinem abirent. Qua forma ac ſpecie hæ

hæ ſeries tum apparerent, cum vitra arctiſſime invicem appreſſa eſſent, quo macula nigra ſe in centro videndam exhiberet; delineatum eſt in ſecundo ſchemate: ubi *a*, *b*, *c*, *d*, *e*: *f*, *g*, *h*, *i*, *k*: *l*, *m*, *n*, *o*, *p*: *q*, *r*: *ſ*, *t*: *v*, *x*: *y*, *z*; repræſentant colores ex ordine a centro numeratos; nigrum, cæruleum, album, flavum, rubrum: violaceum, cæruleum, viridem, flavum, rubrum: purpureum, cæruleum, viridem, flavum, rubrum: viridem, rubrum: cæruleum ſubviridem, rubrum: cæruleum ſubviridem, rubrum pallefcentem: cæruleum ſubviridem, album rubeſcentem. TAB. I.

Observatio V.

Ut intervallum vitrorum, ſive craſſitudo interjectæ lamellæ aereæ, qua quiſque color produceretur, quænam eſſet definirem; dimenſus ſum diametros ſex priorum annulorum, qua parte orbitæ ipſorum lucidiſſimæ eſſent: iſtarumque diametrorum quadrata inveni in arithmetica eſſe progreſſione numerorum imparium, 1, 3, 5, 7, 9, 11. Quare, cum vitrorum illorum alterum planum eſſet, alterum ſphæricum; utique intervalla ipſorum, qua parte annuli iſti apparebant, in eadem fuerint progreſſione neceſſe eſt. Dimenſus ſum quoque diametros annulorum nigrorum ſive obſcurorum, coloribus illis lucidioribus interjectorum; earumque quadrata inveni in arithmetica eſſe progreſſione numerorum parium 2, 4, 6, 8, 10, 12. Quoniam autem res admodum difficilis eſt, multæque diligentiæ, hujuſmodi menſuras accurate & ſine errore colligere; cepi eaſdem iterum & ſæpius, & in diverſis partibus vitrorum; ut ex ſingularum reſponſu inter ſe, certum ſcirem omnium veritatem. Atque eadem methodo in aliis quibuſdam ex ſequentibus obſervationibus definiendis uſus ſum.

Observatio VI.

Diameter ſexti annuli, qua parte orbita ejus lucidiſſima fuit, erat $\frac{58}{100}$ partes unciæ; diameter autem ſphæræ, ad quam vitrum objectivum utrinque convexum tornatum fuerat, erat circiter 102 pedum: atque hinc quidem aeris ſive aereæ lamellæ vitris in eo annulo interjectæ craſſitudinem collegi. Verum poſtea aliquanto; ſuſpicatus, ne forte ſphæræ diametri menſuram haud ſatis accurate in hac obſervatione collegerim; nec ſatis certo ſciens, utrum vitrum plano-convexum vere planum eſſet, an e contrario concavum nonnihil aut convexum ea ſui facie quam ego planam exiſtimaveram; atque etiam metuens ne forte vitra compreſſerim, uti alias ſæpe quidem feceram, quo ea ſe inter ſe contingerent; (etenim iſtiuſmodi vitrorum partes mutuo compreſſu facile pandantur atque introrſum cedunt; eoque pacto annuli maniſeſto evadunt latiores, quam ſi vitrorum figura non fuiſſet immutata:) Hæc inquam veritus, experimentum denuo iteravi; invenique diametrum ſexti annuli lucidi, eſſe circiter $\frac{55}{100}$ partes unciæ. Porro autem idem adhuc experimentum, in alio quoque vitro objectivo teleſcopii, quod tum forte apud me haberem, iteravi. Erat id vitrum utrinque itidem convexum, ad unam eandemque ſphæram utraque ſui facie tornatum; ejuſque focus erat intervallo unciarum 83$\frac{2}{5}$: unde, poſitis finibus incidentiæ & refractionis luminis flavi clariſſimi, ea inter ſe proportione, quæ eſt 11 ad 17; diameter ſphæræ, ad quam vitrum tornatum erat, invenietur, poſito calculo, unciarum 182. Id vitrum plano ita ſuperpoſui, ut macula nigra in medio annulorum coloratorum appareret, tametſi vitra nulla alia preſſura, quam ſuo ipſius vitri ſuperimpoſiti pondere, compreſſa eſſent. Jamque diametrum quinti obſcuri annuli

annuli qua potui summa cum accuratione dimensus, inveni eam esse $\frac{1}{5}$ unciæ accuratissime. Annulum istum dimensus sum circino, in superiori facie vitri superioris; distabatque a vitro illo superiori oculus meus, intervallo circiter octo aut novem unciarum, ad perpendiculum fere interjecto; eratque id vitrum $\frac{1}{6}$ unciæ crassum: unde facile colligitur, veram annuli inter vitra interjacentis diametrum, majorem fuisse quam diametrum ejusdem in superiori facie vitri superioris dimensam, ea, aut fere ea, proportione quæ est 80 ad 79; & consequenter veram illam diametrum fuisse $\frac{16}{79}$ unciæ, veramque semidiametrum $\frac{8}{79}$ unciæ. Jam autem ut diameter sphæræ, (182 unciæ) ad semidiametrum quinti illius annuli obscuri, ($\frac{8}{79}$ partes unciæ;) ita hæc semidiameter, ad crassitudinem aereæ lamellæ vitris in quinto illo annulo obscuro interjectæ: quæ proinde crassitudo, fit $\frac{32}{567931}$ sive $\frac{100}{1774784}$ partes unciæ; & quinta ejus pars, videlicet $\frac{1}{88739}$ pars unciæ, est crassitudo aeris in primo horum annulorum obscurorum.

Adhæc, idem experimentum rursus iteravi, in alio vitro objectivo utrinque convexo, & utraque sui facie ad unam eandemque sphæram tornato. Focus ejus, erat intervallo unciarum $168\frac{1}{2}$; ac proinde diameter sphæræ, 184 unciæ. Cum id vitrum, eidem, quo ante usus eram, vitro plano superpositum esset; diameter quinti annuli obscuri, quando macula nigra in centro sine ulla vitrorum compressione manifesto appareret, erat, circino super vitro superiori dimensa, $\frac{121}{600}$ partes unciæ; & consequenter eadem, inter vitra, erat $\frac{1222}{6000}$: Etenim vitrum superius, erat $\frac{1}{8}$ unciæ crassum; & oculus meus distabat ab eo, intervallo octo unciarum. Jam autem ut diameter sphæræ, ad dimidium hujus diametri annuli; ita dimidium hujus diametri annuli

ad $\frac{1}{88850}$ partes unciæ. Ea igitur est crassitudo aeris in hoc annulo; & quinta ejus pars, videlicet $\frac{1}{88850}$ pars unciæ, est (ut supra) crassitudo aeris in primo annulorum obscurorum.

Rem eandem expertus sum, superponendo eadem vitra objectiva planis fragmentis speculorum; inveniqne easdem mensuras annulorum. Quocirca mensuras istas tanquam vere collectas ac certas assumam, donec in vitris ad sphæras ampliores tornatis accuratius definiri queant. Quanquam in ilitiusmodi quidem vitris, majori id erit cura atque diligentia agendum, ut vitrum vere atque accurate planum eis summittatur.

Has mensuras egi, cum oculus meus supra vitra ad perpendiculum fere collocatus esset; distaret autem a radiis incidentibus circiter unciam 1 aut $1\frac{1}{4}$, & a vitro uncias octo; adeo ut radii ad vitrum inclinati essent, in angulo circiter 4 graduum. Unde ex sequenti observatione intelliges; si radii in vitra ad perpendiculum incidissent; utique aerem in istis annulis minus fuisse crassum futurum, ea proportione, quæ est semidiametri ad secantem 4 graduum, hoc est, in proportione 10000 ad 10024. Diminuantur igitur in hac proportione crassitudines antedictæ; & fient $\frac{1}{88952}$ ac $\frac{1}{89063}$ sive (ut proximo numero rotundo utar) $\frac{1}{89000}$ pars unciæ. Hæc est crassitudo aeris in primo annulo obscuro radiis ad perpendiculum incidentibus exhibito, qua parte is annulus obscurissimus est; & dimidium hujus crassitudinis, ductum in numeros progressione arithmetica continuos 1, 3, 5, 7, 9, 11, *&c*, dat crassitudines aeris in omnibus annulis lucidis, qua parte illi lucidissimi sunt; videlicet $\frac{1}{178000}$,

$\frac{3}{178000}$, $\frac{5}{178000}$, $\frac{7}{178000}$, &c. quorum quidem numerorum medii arithmetici, $\frac{2}{178000}$, $\frac{4}{178000}$, $\frac{6}{178000}$, &c. ſunt craſſitudines ipſius in omnibus annulis obſcuris, qua parte ii obſcuriſſimi ſunt.

OBSERVATIO VII.

Annuli tum minimi videbantur, cum oculus meus in axe annulorum ad perpendiculum ſupra vitra collocatus eſſet. Cum autem eos obliquius intuerer, majores erant facti; & dilatabant ſe perpetuo quaquaverſum, pro eo ut oculum meum longius ab axe removerem. Atque diametrum quidem unius ejuſdemque circuli; partim dimetiendo eam in diverſis oculi obliquitatibus, partim aliis quibuſdam rationibus, partim etiam adhibendo bina iterum priſmata ad menſuras in maximis obliquitatibus colligendas; diametrum, inquam, unius cujuſvis circuli, & conſequenter craſſitudinem aeris in circuitu ipſius, inveni, in diverſis illis obliquitatibus, proportiones ſibi habere in ſequenti tabula expreſſas, quam proxime.

Angulus incidentiæ in aerem.		*Angulus refractionis in aerem.*		*Diameter annuli.*	*Crassitudo aeris.*
Grad.	Min.				
00	00	00	00	10	10
06	26	10	00	$10\frac{1}{13}$	$10\frac{2}{13}$
12	45	20	00	$10\frac{1}{3}$	$10\frac{2}{3}$
18	49	30	00	$10\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{2}$
24	30	40	00	$11\frac{2}{5}$	13
29	37	50	00	$12\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$
33	58	60	00	14	20
35	47	65	00	$15\frac{1}{4}$	$23\frac{1}{4}$
37	19	70	00	$16\frac{4}{5}$	$28\frac{1}{4}$
38	33	75	00	$19\frac{1}{4}$	37
39	27	80	00	$22\frac{5}{7}$	$52\frac{1}{4}$
40	00	85	00	29	$84\frac{1}{10}$
40	11	90	00	35	$122\frac{1}{2}$

In duabus prioribus columnis, exhibentur incidentium & emergentium radiorum obliquitates ad lamellam aeream, hoc est, anguli ipsorum incidentiæ & refractionis. In tertia columna, diameter annuli cujusvis colorati, in istis omnibus obliquitatibus, exprimitur talibus partibus, quarum decem tum constituunt ejusdem annuli diametrum, cum radii ad perpendiculum incidunt. Denique in quarta columna, crassitudo aeris in circuitu ejusdem annuli, exprimitur talibus partibus, quarum itidem decem tum constituunt crassitudinem illius in ejusdem circuitu, cum radii ad perpendiculum incidunt.

Atque ex hisce quidem mensuris, videor mihi colligere hanc regulam: nempe, crassitudinem aeris proportionalem esse secanti anguli, cujus sinus sit certa media proportiona-

tionalis inter ſinus incidentiæ & refractionis. Ea autem media proportionalis, quatenus quidem eam ex his menſuris definire potuerim, eſt prima ex 106 arithmeticis mediis proportionalibus inter iſtos ſinus; incipiendo nimirum a ſinuum majori, hoc eſt, a ſinu refractionis, cum refractio fiat e vitro in lamellam aeream; a ſinu incidentiæ autem, cum refractio fiat e lamella aerea in vitrum.

Observatio VIII.

Macula nigra quoque in medio annulorum, augebatur obliquatione oculi; quanquam vix adeo, ut id ſenſu percipi poſſet. Verum ſi loco vitrorum objectivorum, adhiberentur priſmata; dilatabatur ea manifeſtius, cum adeo oblique inſpiceretur, ut nulli colores ei viderentur circumjecti. Minima tum erat, cum radii luminis in interjacentem aerem obliquiſſime inciderent; pro eo autem ut horum obliquitas minueretur, ita illa magis magiſque augebatur, uſque dum annuli colorati apparerent; tumque iterum minuebatur; verum non tantum, quantum ſe ante dilataverat. Atque hinc manifeſtum eſt, maculam illam pellucere, non modo qua parte vitra ſe inter ſe contingerent plane, verum etiam qua exiguo quodam intervallo diſtarent inter ſe. Nonnunquam maculam illam ita comparatam obſervavi, ut, cum fere ad perpendiculum inſpiceretur, ejus diameter major eſſet duabus quintis partibus & minor ſemiſſe diametri exterioris circuitus coloris rubri in prima ſerie ſive ordine colorum; cum autem oblique inſpiceretur, evanuerit penitus, & opaca atque alba ac reliquo vitro ſimilis facta fuerit. Unde colligi poteſt, vitra tum vix, aut ne vix quidem, ſe inter ſe contigiſſe; & intervallum ipſorum in circuitu maculæ illius ad perpendiculum inſpectæ, fuiſſe circiter quintam aut ſextam partem intervalli eorundem in circuitu coloris rubri antedicti.

Obser-

Observatio IX.

Cum tranſpicerem bina contigua vitra objectiva, obſervabam interjacentem aerem exhibere annulos coloratos, lumine tranſmiſſo, æque ac reflexo. Macula in centro jam alba erat; & colores ordine inde numerati, erant ruber flaveſcens; niger; violaceus, cæruleus, albus, flavus, ruber, violaceus, cæruleus, viridis, flavus, ruber, &c. Verum colores iſti valde languidi erant ac diluti, niſi cum lumen valde oblique per vitra trajiceretur; etenim eo pacto, ſatis clari ac floridi videbantur: attamen primus ille ruber flaveſcens, etiam adhuc, ſicuti cæruleus in quarta obſervatione, adeo exiguus erat atque evanidus, ut vix diſcerni potuerit. Quum annulos hoſce coloratos, luminis tranſmiſſu exhibitos, cum illis reflexione exhibitis compararem; obſervabam album ex oppoſito reſpondere nigro, rubrum cæruleo, flavum violaceo, & viridem colori compoſito ex rubro & violaceo: hoc eſt, partes vitri eas, quæ inſpicienti albæ viderentur, tranſpicienti videri nigras; & contra. Similiter, quæ partes inſpicienti cæruleæ viderentur, eas tranſpicienti videri rubras; & contra: & ſimiliter reliquos omnes colores. Hoc qui fiat, expreſſum habes in tertio ſchemate; ubi A B, C D, ſunt ſuperficies vitrorum contiguorum in E; lineæ autem nigræ interductæ, ſunt ſuperficierum iſtarum intervalla in progreſſione arithmetica: & colores ſupra adſcripti, ii ſunt qui lumine reflexo videntur; colores autem infra adſcripti, ii qui lumine tranſmiſſo.

TAB. I.

Observatio X.

Cum vitra objectiva ab extremis ſuis marginibus madefeciſſem nonnihil, aqua lente inter ea porro ſubrepſit; eoque

que pacto circuli minores sunt facti: coloresque languidiores: adeo ut, dum aqua ultro adrepebat, circuli dimidii, quo illa primum pervenit, abrupti ab alteris suis dimidiis viderentur, & in parvitatem contracti. Circulos hosce minores in aqua exhibitos dimensus, inveni diametros ipsorum ad diametros similium circulorum in lamella aerea exhibitorum, eam fere habere proportionem, quam habent septem ad octo; & consequenter intervalla vitrorum in consimilibus circulis aqua & aere exhibitis, esse inter se circiter ut 3 ad 4. Utique fieri potest, ut universalis sit regula ista: Siquod medium magis minusve densum quam aqua, inter duo vitra comprimatur; fore ut intervalla vitrorum in annulis isto medio interjacente exhibitis, sint ad intervalla eorundem in consimilibus annulis interjacente aere exhibitis, ut sunt inter se sinus qui metiuntur refractionem quæ fiat ex isto medio in aerem.

Observatio XI.

Cum aquæ lamella inter vitra interjaceret; si vitrum superius varie in margine suo apprimerem, quo annuli ultro citroque celeriter deferrentur; sequebatur continuo centrum ipsorum exigua quædam macula alba, quæ, prout aqua circumjecta in locum illum adrepebat, illico evanescebat. Specie videbatur tali, atque etiam coloribus talibus, quales aer ibidem inter vitra interjectus, exhibiturus fuisset. Atqui ea non erat aer: etenim bullulæ aereæ, siquæ forte in aqua inessent, non continuo, adrepente aqua, evanescebant. Proinde reflexio illa, ex subtiliori aliquo medio, quod trans vitrum recedendo aquæ adrepenti locum cedere potuerit, orta sit necesse est.

OBSERVATIO XII.

Hæ mihi observationes factæ sunt in aperta luce. Verum, quo adhuc penitius hanc materiam specularer, perscrutando deinceps quinam essent futuri effectus luminis colorati in hæcce vitra objectiva incidentis; cubiculo tenebras induxi. Et inspexi eadem vitra illuminata jam reflexu colorum prismaticorum chartæ albæ plagula exceptorum; oculo nimirum ita collocato, ut chartam coloratam in vitris illis, tanquam in speculo, possem reflexione conspicari. Eventus autem experimenti is erat ut annuli jam multo distinctiores facti essent; & longe etiam majori numero sub aspectum venirent, quam in aperta luce. Vidi aliquando hoc pacto amplius viginti; cum in aperta luce diurna, haud amplius octo aut novem discernere potuerim.

OBSERVATIO XIII.

Cum quendam mihi tum forte adsistentem, prisma hac illac circa axem suum convertere jussissem; quo colores omnes sua quisque vice in eam partem chartæ inciderent, quam ego in ea parte vitrorum, ubi circuli apparebant, reflexione conspicarer; ut adeo colores omnes sua quisque vice ex circulis istis reflecterentur ad oculum meum immotum interea permanentem: observavi circulos quos exhibebat lumen rubrum, manifesto majores esse quam quos exhiberet lumen cæruleum ac violaceum: magnaque voluptate perfusus, videbam eos dilatare aut contrahere se gradatim, pro eo ac color luminis immutabatur. Vitrorum intervallum in quovis annulorum luce rubra extrema exhibitorum, ad intervallum ipsorum in eodem annulo luce violacea extrema exhibito, proportionem habebat majorem, quam habent 3 ad 2; & minorem, quam habent 13 ad 8; secundum plerasque autem observationum mearum, eam, quam habent 14 ad 9. Atque hæc quidem pro-

proportio una eademque ferme, in omnibus oculi obliquitatibus, videbatur; nisi quum, loco vitrorum objectivorum, bina iterum prismata adhiberem. Tum enim, in magna quadam oculi obliquitate, annuli diversis coloribus exhibiti æquales videbantur inter se; &, in obliquitate adhuc majori, annuli violaceo lumine exhibiti majores videbantur, quam iidem lumine rubro exhibiti: refractione prismatis videlicet, hoc in casu, efficiente ut radii maxime refrangibiles inciderent obliquius in lamellam aeream, quam radii minime refrangibiles. Hic erat exitus hujus experimenti in lumine colorato, quod quidem satis forte & copiosum esset quo annuli sub aspectum venirent. Atque hinc porro inferri potest; si radii maxime minimeque refrangibiles satis copiosi ipsi fuissent, quo annuli sine ulla aliorum radiorum admixtione sub aspectum venire potuissent; proportionem, quæ jam erat 14 ad 9, paulo majorem futuram fuisse, puta $14\frac{1}{4}$ vel $14\frac{1}{3}$ ad 9.

OBSERVATIO XIV.

Dum prisma motu æquabili circa axem suum convertebatur, quo colores omnes sua quisque vice inciderent in vitra objectiva, eoque pacto efficerent ut annuli sese contraherent atque dilatarent; contractio vel dilatatio cujusque annuli, quæ consequebatur hoc modo coloris sui variationem, celerrima erat in colore rubro, in violaceo lentissima, & in intermediis coloribus celeritate intermedia comparate. Porro, cum id perscrutarer, quanta esset contractio illa ac dilatatio in omnibus gradibus uniuscujusque coloris; inveni maximam eam esse in colore rubro, in flavo minorem, in cæruleo adhuc minorem, & in violaceo omnium minimam. Utque harum contractionum ac dilatationum proportiones quam possem accuratissime æstimarem; observabam totam contractionem aut dilatationem diametri cujusvis annuli in universis gradibus coloris rubri, esse ad totam contra-

 ctionem

ctionem aut dilatationem diametri ejusdem annuli in universis gradibus coloris violacei, circiter ut 4 ad 3, aut 5 ad 4; & quum lumen esset coloris medii inter flavum & viridem, tum diametrum annuli esse quamproxime mediam arithmeticam inter maximam diametrum ejusdem annuli in colore rubro extremo, & minimam diametrum ejusdem in extremo colore violaceo; contra, quam evenit in coloribus oblongæ imaginis refractione prismatis exhibitæ; ubi color ruber maxime contractus est, violaceus maxime expansus, & in medio colorum omnium est confinium viridis ac cærulei. Atque hinc id porro videor mihi colligere: crassitudines aeris inter vitra objectiva interjacentis eo in loco, ubi annulum exhibent sua quisque vice limites colorum quinque præcipuorum, rubri, flavi, viridis, cærulei & violacei, (hoc est, limes extremus coloris rubri, confinium rubri & flavi in medio coloris aurei, confinium flavi & viridis, confinium viridis & cærulei, confinium cærulei & violacei in medio coloris indici, & limes extremus coloris violacei;) eas, inquam, aeris crassitudines, esse inter se quamproxime ut sex chordæ longitudines, quæ sonent notas illas musicas in sexta majori, *sol*, *la*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*. Verum cum experimento conveniet aliquanto melius, si dicemus, crassitudines aeris inter vitra interjacentis eo in loco, ubi annulos exhibent sua quisque vice limites colorum septem, rubri, aurei, flavi, viridis, cærulei, indici & violacei, eas, inquam, aeris crassitudines, esse inter se ut radices cubicæ quadratorum octo longitudinum chordæ, quæ sonent notas illas musicas in octava, *sol*, *la*, *fa*, *sol*, *la*, *mi* *fa*, *sol*; hoc est, ut radices cubicæ quadratorum, numerorum 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$.

OBSERVATIO XV.

Hi annuli non fuerunt variis coloribus, sicuti illi qui in aperta luce apparuerant; sed toti videbantur eo uno colore qui.

qui esset in se a prismate projectus. Praterea, projiciendo colores prismate exhibitos in ipsa vitra objectiva directo, comperi id lumen, quod incideret in nigra annulorum coloratorum interordinia, transmitti utique per vitra sine ulla coloris sui mutatione. Etenim super chartam albam ultra collocatam, depingebat id lumen annulos, eodem colore atque eos qui reflexi essent, magnitudine autem eadem atque intervalla reflexorum annulorum comparate. Atque hinc manifesto apparet, quæ sit horum omnium annulorum causa atque origo: nempe, aerem inter vitra interjacentem, pro eo quanta sit crassitudine, ita esse comparatum, ut lumen unius cujusvis coloris aliis in locis reflectat, in aliis transmittat, (quomodo rem in quarto schemate delineatam videre est:) itemque eodem in loco lumen uno colore reflectat, ubi id quod alio sit colore transmittat. TAB. I.

OBSERVATIO XVI.

Quadrata diametrorum annulorum istorum uno quovis colore prismatico exhibitorum, erant in progressione arithmetica; sicuti in quinta observatione. Et diameter sexti circuli, cum is colore flavo citrino exhiberetur, & fere ad perpendiculum inspiceretur, erat circiter $\frac{58}{100}$ partes unciæ, aut paulo minor eo; congruenter sextæ observationi.

Hactenus exposui quæ observaverim in tenui lamella rarioris medii densiore terminati; qualis est aer, vel aqua, inter bina vitra compressus. Superest ut deinceps exponam quæ observaverim in tenuibus lamellis densioris medii rariore terminati; quales sunt laminæ lapidis specularis fissilis e Muscovia advecti, bullulæ aquæ, & alia similia corpora tenuia aere undique terminata.

OBSERVATIO XVII.

Si aqua ſapone ad lentorem nonnihil incraſſata, in bullam tenſa ſit inflando; notum eſt in vulgus, eam poſt parvum temporis ſpatium magna colorum varietate apparituram. Quominus autem ejuſmodi bullæ, aere externo agitarentur; (qua quidem agitatione colores ipſarum confuſius inter ſe & inordinati huc illuc deferuntur, adeo ut nequaquam accurate obſervari queant;) bullam, ſimul ac ad juſtam magnitudinem tenſa eſſet inflando, ſolebam ſcypho vitreo pellucido deſuper impoſito circumtegere: quo pacto colores ipſius, ordine admodum diſcreto emergebant; cingentes, tanquam totidem annuli concentrici, bullæ ſummitatem. Qui quidem annuli, pro eo ut aqua bullam perpetuo tenuabat ſubſidendo, dilatabant ſe paulatim, & diffundebant ſeſe per totam bullam; deſcendentes ſerie continua a ſummo uſque ad imum, ibique demum ordine evaneſcentes. Interea autem, poſtquam colores omnes in ſumma bulla emerſerant, naſcebatur in centro annulorum parva rotunda macula nigra, ſimilis atque illa in prima obſervatione; quæ porro dilatabat ſe perpetuo, uſque eo ut nonnunquam amplius $\frac{1}{2}$ vel $\frac{3}{4}$ unciæ in latitudinem haberet, antequam bulla diſrumperetur. Exiſtimaveram primo aſpectu, nullum omnino lumen ab aqua inde loci reflexum fuiſſe: verum poſtea attentius maculam illam inſpiciens, diſcernebam in ea plures minores maculas rotundas, quæ multo adhuc quam ipſa nigriores videbantur & tenebroſiores. Unde intellexi, eſſe utique aliquam reflexionem illis in locis, quæ minus, quam iſtæ maculæ exiguæ, tenebroſa eſſent: atque equidem, experimentum adhuc ulterius proſequendo, comperi imagines rerum aliquarum, ut candelæ aut Solis, non modo in majori macula nigra, verum etiam in illis ipſis minoribus ac tenebroſioribus maculis in majori illa incluſis inſpectas, reflexione, quamvis languida admodum, tamen cerni poſſe.

Præ-

Præter antedictos annulos coloratos, apparebant etiam sæpe parvæ aliquæ maculæ coloratæ, sursum deorsum, ultro citroque commeantes in lateribus bullæ; quæ scilicet orirentur ex inæquali quadam crassitudine aquæ inter subsidendum. Nonnunquam & nigræ quoque maculæ in bullæ lateribus generatæ, ascendebant paulatim; tandemque in majorem illam maculam nigram, quæ esset in bullæ vertice, coibant.

OBSERVATIO XVIII.

Quoniam colores harum bullarum largiores clarioresque erant, adeoque discretu etiam faciliores, quam colores lamellæ aereæ inter bina vitra interjectæ; visum est mihi hoc in loco distinctius exponere, quonam ordine hi colores apparuerint & contemplandos se exhibuerint, quum reflexione cœli subalbidioris inspicerentur, corpore aliquo nigro interea ultra bullam a parte posteriori collocato. Erat autem is ordo hujusmodi: Color ruber, cæruleus; ruber, cæruleus, ruber, cæruleus; ruber, viridis; ruber, flavus, viridis, cæruleus, purpureus; ruber, flavus, viridis, cæruleus, violaceus; ruber, flavus, albus, cæruleus, niger.

Tres priores series colorum rubri & cærulei, valde dilutæ erant ac nubilæ; prima præsertim, in qua ruber videbatur quodammodo subalbidus. Et in his quidem seriebus vix alius ullus erat color, qui sensu percipi posset, præter rubrum & cæruleum; nisi quod cæruleus, (præcipue in secunda serie,) accedebat nonnihil ad viridem.

In quarta quoque serie, color ruber dilutus erat ac nubilus; sed non tantum, quantum in tribus prioribus. Huic successit flavi quidem parum aut nihil, sed viridis satis copiosus; qui porro flavescebat paululum initio, postea autem factus est viridis saligneus clarus & bonus, & deinde convertebat se in colorem subcæruleum; ei autem successit neque cæruleus, neque violaceus.

In quinta serie, color ruber primum purpurascebat valde; postea

postea autem factus est clarior & floridior, nec tamen admodum purus. Huic successit flavus, clarus admodum ac saturatus; sed perexiguus, & qui illico mutabatur in viridem: at viridis iste copiosus erat; atque etiam purior aliquanto, saturatior, & floridior, quam viridis in priori serie. Eum consecutus est color cyaneus clarissimus atque optimus; deinde purpureus, qui & minor erat cyaneo, & ad rubrum multum accessit.

In sexta serie color ruber, coccineus erat; primo clarus admodum ac floridus, postea autem etiam adhuc clarior; utique purus & excitatus valde, & colorum omnium rubrorum optimus. Huic successit color aureus floridus; deinde flavus clarus, largus, ac satur; qui erat itidem colorum omnium flavorum optimus; isque se convertebat primo in flavum subviridem, deinde in cæruleum subviridem: at viridis iste, qui inter flavum & cæruleum intervenit, exiguus erat admodum ac dilutus; adeo ut albus viridicatus, potius quam color vere viridis, videretur. Cæruleus, qui proxime successit, valde erat bonus; utique color cyaneus admodum clarus; aliquanto tamen infra cæruleum in præcedenti serie. Violaceus porro, satur erat ac plenus; haud fere ullo admixto sibi rubore: quantitate autem minor erat, quam cæruleus.

In ultima serie color ruber, coccineus erat in violaceum desinens; brevi autem factus est color clarior, ad aureum accedens. Cui succedens flavus, initio quidem satis bonus erat & floridus; postea autem dilutior evasit, donec gradatim in ipsam tandem albitudinem desineret. Atque hæc quidem albitudo, siquando aqua valde tenax esset facta & bene temperata, dilatabat paulatim & diffundebat se per maximam partem bullæ; pallescens interim a vertice magis magisque, donec tandem ibi permultas quasi fissuras ageret; quæ porro fissuræ, prout amplius dilatabantur, colore cyaneo videbantur satis quidem bono, obscuro tamen & fusco; albitudine interea inter maculas cæruleas assiduo minuente: donec filis irregularis cujusdam operis reticulati similis esset facta,

facta, tandemque plane evanesceret; tumque superior bullæ pars omnis, obscuriori illo colore cyaneo antedicto tincta videbatur. Atque hic deinceps color, similiter ac antecedens albitudo, dilatabat se quoquoversus deorsum, donec se per totam nonnunquam bullam diffuderit. Interea autem a vertice bullæ, qui colore cyaneo magis obscuro erat quam partes ejusdem inferiores, quique etiam multis rotundis maculis cyaneis adhuc magis obscuris interstinctus videbatur; emergebat una pluresve maculæ valde nigræ, atque intra eas aliæ adhuc nigriores, quas in superiori ante observatione memoravi. Atque quidem dilatabant se perpetuo, usque dum bulla disrumperetur.

Si aqua non valde tenax esset, maculæ nigræ intra albitudinem prorumpebant, sine ullo coloris cærulei interventu, qui quidem sensu percipi posset. Nonnunquam etiam prorumpebant intra præcedentem flavum, aut rubrum; vel etiam intra cæruleum secundi ordinis; antequam colores intermedii sese explicandi spatium haberent.

Ex hac descriptione intelligere poteris, quam valde affines sint hi colores coloribus illis in lamella aerea generatis, quos in quarta supra observatione descripsimus. Quanquam hi quidem contrario, atque illi, ordine dispositi sunt; propterea quod apparere tum incipiunt quando bulla crassior est, & convenientius numerantur ab infima & crassiori parte bullæ sursum versus.

Observatio XIX.

Cum annulos colorum a vertice bullæ emergentes, in variis obliquis oculi positionibus intuerer; observabam eos, prout obliquitas illa oculi augeretur, dilatare se satis quidem manifesto; at multo tamen minus, quam dilataverant se annuli in lamella aerea in septima supra observatione memorati. Etenim illi se dilataverant eousque, ut quando obliquissime inspicerentur, pertigerint ad locum in lamella aerea amplius

duodecim partibus crassiorem quam eum, ubi cum ad perpendiculum inspecti essent; siti fuissent visi: at hi quidem, cum obliquissime in bulla inspicerentur, eo solum loci pertigerunt, ubi crassitudo aquæ ad crassitudinem suam illic, ubi iidem annuli ad perpendiculum essent visi, proportionem paulo minorem haberet, quam habent 8 ad 5. Utique ea proportio, ex optimis observationum meatum, erat inter 15 & 15 $\frac{1}{2}$ ad 10. Qui quidem horum annulorum auctus, circiter 24 partibus minor est, quam annulorum in lamella aerea visorum.

Nonnunquam bulla unius & ejusdem usquequaque crassitudinis erat facta, nisi a vertice suo prope maculam nigram: id quod ex eo intellexi, quod illa unam eandemque totam colorum suorum speciem oculo in omni positione exhiberet. Atque hoc quidem in casu colores, qui in extremo ipsius circuitu per radios maxime obliquos videbantur, alii erant ac qui aliis in locis per radios minus obliquos essent visi. Item una eademque bullæ pars, diversis spectatoribus colores diversos exhibebat; cum in diversis obliquitatibus inspiceretur. Jam autem, observando quantum colores, vel in eisdem partibus bullæ, vel in diversis partibus eadem crassitudine, mutarentur per varias radiorum obliquitates: comperi, ope observationum 4^{tæ}, 14^{tæ}, 16^{tæ}, & 18^{væ}, (quomodo eæ infra erunt explicatæ;) crassitudinem aquæ, qua unus idemque color in diversis obliquitatibus exhibeatur, ea quamproxime proportione esse, quam in sequenti tabula expressam habes.

Incidentia

Incidentia in aquam.		*Refractio in aquam.*		*Crassitudo aquæ.*
Grad.	Min.	Grad.	Min.	
00	00	00	00	10
15	00	11	11	$10\frac{1}{4}$
30	00	22	1	$10\frac{4}{5}$
45	00	32	2	$11\frac{4}{5}$
60	00	40	30	13
75	00	46	25	$14\frac{1}{2}$
90	00	48	35	$15\frac{1}{5}$

In duabus prioribus columnis exhibentur obliquitates radiorum ad ſuperficiem aquæ; hoc eſt, anguli ipſorum incidentiæ & refractionis. Ubi pono ſinus qui metiuntur iſtam incidentiam & refractionem, eſſe in numeris integris ut 3 ad 4; quanquam veri quidem ſimile eſt, vim refringentem aquæ, poſſe admixto ſapone eſſe nonnihil immutatam. In tertia columna, bullæ craſſitudo, qua quivis unus color in diverſis illis obliquitatibus exhibeatur, exprimitur talibus partibus, quarum decem tum conſtituant craſſitudinem iſti colori exhibendo aptam, cum radii incidant ad perpendiculum. Et cum hiſce menſuris bene convenit, ſiquidem recte applicetur, regula per ſeptimam obſervationem inventa; nempe, craſſitudinem lamellæ aquæ, qua unus idemque color in diverſis oculi obliquitatibus exhibeatur, proportionalem eſſe ſecanti anguli cujusdam, cujus ſinus ſit prima ex 106 arithmeticis mediis proportionalibus inter ſinus incidentiæ & refractionis; incipiendo a ſinuum minori, hoc eſt, a ſinu refractionis, quando refractio fit ex aere in aquam; alioquin, a ſinu incidentiæ.

 Obſer-

Obſervavi aliquando, colores, qui oriuntur in chalybe polito, cum is calefiat; vel in ære campano, aliiſve metallis, cum liquefiant & in terram effuſa ſint, ut in aperto aere refrigeſcant; mutatos fuiſſe nonnihil, ſicuti colores bullarum aquæ, quum in diverſis obliquitatibus inſpicerentur: & ſpeciatim cæruleum ſaturum, ſeu violaceum, cum valde ex obliquo inſpectus eſſet, convertiſſe ſe in colorem rubrum ſaturum. Verum enimvero horum colorum mutationes, multo ſunt minores quam colorum aqua exhibitorum. Etenim ſcoria, ſive pars metalli vitrificata, quam pleraque metalla calefacta vel liquefacta protrudunt perpetuo & in ſuperficiem ſuam emittunt; quæque metallum in modum tenuis cuticulæ vitreæ obtegendo, colores hoſce efficit; multo utique denſior eſt, quam aqua. Invenio autem colorum mutationem eam, quæ fiat obliquatione oculi, in omni tenui corpore, ut cujuſque materia denſiſſima eſt, ita minimam eſſe.

OBSERVATIO XX.

Quemadmodum in nona obſervatione lamella aerea, ita hic bulla aquæ; quem colorem reflexione luminis exhiberet, ejus ſemper contrarium exhibebat, luminis tranſmiſſu. Exempli gratia: Quum bulla inſpecta, luminis nubium reflexu, rubra ab extremo ſui circuitu videretur; nubes eodem tempore, vel ſtatim poſt, per bullam tranſpectæ, colorem cæruleum in eodem ejus circuitu exhibebant. Et e contrario; quum bulla reflexo lumine cærulea videretur, videbatur rubra tranſmiſſo.

OBSERVATIO XXI.

Cum lapidis ſpecularis lamellas pertenues, quarum ſcilicet tenuitas tanta erat ut eæ colores ſimiles ac bulla aquæ exhiberent, madefeciſſem; colores ipſarum debiliores conti-

continuo languidioresque evadebant; maxime si lamellas ea sui facie, quæ esset aversa ab oculo, madefacerem. At qui gradus solummodo, non utique genus colorum, quod quidem ego discernere potuerim, immutabatur. Itaque id, qua crassitudine ad certum quemvis colorem producendum debeat esse lamella, solummodo ex sua lamellæ ipsius densitate, non item ex densitate medii circumjacentis, pendet. Atque hinc, ope observationum decimæ ac decimæ sextæ, inveniri poterit quanta crassitudine sint bullæ aquæ, vel lamellæ lapidis specularis, vel alia quævis corpora, ea sui parte, qua certum quemvis colorem exhibent.

OBSERVATIO XXII.

Tenue corpus pellucidum, quod sit densius medio sibi circumjecto, colores clariores floridioresque exhibet, quam id quod medio sibi circumjecto fuerit simili proportione rarius. Id quod in aere & vitro speciatim observavi. Etenim cum vitrum in lychno fornaceo fusum ad summam usque tenuitatem inflando tetendissem, lamellæ istæ vitreæ aere circundatæ exhibebant colores multo utique floridiores, quam quos lamellæ aereæ binis vitris interjectæ exhibuerant.

OBSERVATIO XXIII.

Cum in id inquirerem, quantum luminis ex singulis annulis reflecteretur; observabam reflecti id copiosissime ex annulis primis sive intimis, in exterioribus autem gradatim minui. Item albitudinem primi annuli clariorem esse, quam earum medii tenuioris aut lamellæ partium, quæ extra ultimos annulos jacerent. Id quod manifesto cernere poteram, inspiciendo, paulo majori interjecto intervallo, annulos inter bina vi-

tra objectiva exhibitos; vel conferendo inter se duas aquæ bullas interposito tali temporis spatio conflatas, ut simul in altera earum conspiceretur, albor iste qui colores omnes sequeretur, in altera iste qui omnes præcederet.

Observatio XXIV.

Cum vitrorum objectivorum alterum alteri superpositum esset, ita ut annuli colorum apparerent; quamvis nudo oculo non amplius octo aut novem annulorum istorum discernere potuerim, tamen per prisma inspicienti longe major eorum numerus mihi visus fuit; adeo ut jam amplius quadraginta numerare potuerim, præter alios permultos adeo exiguos atque densatos, ut oculorum acies eos distincte cernere ac numerare haud potuerit; verum ex spatio quod omnes simul occupabant, eos nonnunquam plus centum esse æstimavi. Atque equidem credo, experimentum hocce prosequendo, longe adhuc plures posse aliquando discerni. Videntur enim reapse esse innumeri, quamvis eatenus tantum sub aspectum veniant, quatenus prismatis refractione separari queant; uti infra uberius explicabitur.

Verum enimvero ea prismatis refractione, una tantum horum annulorum pars, illa videlicet versus quam refractio ea fieret, distinctior erat facta. Utique altera eorum pars confusior erat facta, quam quum nudo oculo inspicerentur; adeo ut ista in parte, haud amplius unum aut duos & interdum nullos discernere potuerim annulorum illorum, quorum octo aut novem ipsos etiam nudo oculo discernere potueram. Item segmenta eorum sive arcus, illa ipsa in parte ubi adeo numerosi videbantur, plerunque haud excedebant magnitudine tertiam partem circuli. Porro, si refractio valde esset magna, vel prisma a vitris objectivis longius remotum; jam vero etiam horum ipsorum arcuum partes

tes mediæ, erant itidem factæ confusæ; adeo ut istæ mediæ ipsorum partes evanuerint, in albitudinem plane abeuntes; interea dum extremitates ipsorum utræque, itemque arcus ii, qui longius abessent a centro, toti, distinctiores quam antea apparerent; ea nimirum specie, quam in quinto schemate expressam vides.

Arcus hi, quo in loco distinctissimi videbantur, erant solummodo albi & nigri alternis, sine ullo alio colore intermixto. Verum aliis in locis apparebant colores: quorum utique ordo refractione prismatis ita erat inversus, ut si prisma primo proxime vitra objectiva manu tenerem, deinde autem id paulatim ad oculum versus retraherem; colores secundi, tertii, quarti, & sequentium annulorum, contraherent se proinde gradatim ad albitudinem inter annulos emergentem, usquedum in eam abeuntes penitus evanescerent a media quidem parte arcuum; & deinceps, ordine contrario, iterum inde emergerent: at ab extremitatibus arcuum, colores ordinem suum servabant nihil immutatum. TAB. II.

Nonnunquam vitrorum objectivorum alterum alteri ita superposui, ut ea nudo oculo consimilem usquequaque exhibuerint albitudinem, sine ullo vel minimo annulorum coloratorum indicio; & tamen in eisdem per prisma inspectis, ingens annulorum istorum visa fuerit multitudo. Similiter, laminæ lapidis specularis, & bullæ vitreæ in lychno fornaceo conflatæ, quæ minus tenues fuerunt quam ut in eis ulli colores nudo oculo cerni possent; tamen per prisma inspectæ, ingentem exhibuerunt colorum hic illic sine ullo ordine undatim dispositorum varietatem. Denique simili quoque ratione, bullæ aquæ, antequam nudo spectatoris oculo colores exhibere cœperint; per prisma tamen inspectæ, annulis permultis & sibi invicem & horizonti parallelis cinctæ fuerunt visæ. Ad quem quidem effectum obtinendum, oportuit utique ut & prisma horizonti parallelum,

lum, vel prope parallelum, teneretur; & ita insuper esset positum, ut radiorum refractio fieret sursum versus.

OPTI-

OPTICES
LIBER SECUNDUS.

PARS II.

Considerationes super præmissis observationibus.

Expositis quæ de coloribus hisce observaverim; conveniens erit, antequam observationes istas ad colorum corporum naturalium caussas explicandas accommodem, ipsarum observationum eas, quæ sint magis compositæ, per simpliciores, quales sunt 2^{da}, 3^{tia}, 4^{ta}, 9^{na}, 12^{ma}, 18^{va}, 20^{ma}, & 24^{ta}, prius explanare. Primo igitur, ut inveniatur quomodo colores in 4^{ta} & 18^{va} observationibus producti fuerint; sumantur in quavis linea recta a puncto Y [*Fig.* 6.] TAB. II.

longitudines YA, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, ea proportione inter ſe, quam habent inter ſe radices cubicæ quadratorum numerorum illorum, $\frac{1}{2}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{8}{9}$, 1, quibus repræſentantur chordæ longitudines quæ ſonent notas omnes muſicas in octava; hoc eſt, ſumantur in proportione numerorum, 6300, 6814, 7114, 7631, 8255, 8855, 9243, 10000. Tum in punctis A, B, C, D, E, F, G, H, erigantur perpendiculares Aα, Bβ, &c. quorum intervallis repræſentanda ſit colorum infra ex oppoſito adſcriptorum amplitudo. Denique divide lineam Aα ea proportione, quam denotant numeri 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, *&c.* in punctis diviſionis adſcripti; perque iſta puncta diviſionis, duc a puncto Y lineas 1 I, 2 K, 3 L, 5 M, 6 N, 7 O, &c.

Jam ſi finges A2 repræſentare craſſitudinem tenuis cujuſvis corporis pellucidi eam, qua color violaceus extremus copioſiſſime reflectitur in primo annulo ſive ſerie colorum; HK, ex 13tia obſervatione, repræſentabit ejuſdem craſſitudinem eam, qua color ruber extremus copioſiſſime reflectitur in eadem ſerie. Item, ex obſervationibus 5ta & 16ta, A 6 & H N denotabunt craſſitudines eas, quibus iidem colores extremi copioſiſſime reflectuntur in ſecunda ſerie; & A 10 ac H Q, craſſitudines eas, quibus iidem copioſiſſime reflectuntur in tertia ſerie; & ſic deinceps. Denique craſſitudinem qua quivis colorum intermediorum copioſiſſime reflectitur, definiet, ex obſervatione 14ta, diſtantia lineæ AH a linearum 2 K, 6 N, 10 Q, &c., partibus intermediis; quibus videlicet nomina colorum iſtorum comparate, infra ſunt ex oppoſito adſcripta.

Porro autem, ut latitudinem quoque horum colorum in unoquoque annulo ſive ſerie definiamus; repræſentet A 1 craſſitudinem minimam, & A 3 maximam, qua color violaceus extremus in prima ſerie reflectitur; item repræſentent H I & H L, ſimiles terminos coloris rubri extremi; & colorum intermediorum terminos repræſentent ſimiliter

liter partes linearum 1 I & 3 L intermediæ, quibus videlicet nomina colorum iſtorum infra ſunt ex oppoſito adſcripta: & ſic deinceps. Veruntamen hæc ita intelligi oportebit, ut reflexiones ſemper fortiſſimæ eſſe ponantur in ſpatiis mediis 2 K, 6 N, 10 Q, &c.; indeque gradatim ad limites iſtos 1 I, 3 L, 5 M, 7 O, &c., utroque verſus decreſcere: in quibus porro limitibus non exiſtimandum eſt eas diſtinctis eſſe terminis definitas, ſed deficere indefinite. Cumque unam eandemque latitudinem unicuique ſeriei tribuerim; id eo factum intelligi velim, quia tametſi colores in prima ſerie, propter fortiorem eo in loco reflexionem, paulo latiores quam cæteri videantur, tamen ea inæqualitas adeo parva eſt adeoque ſub ſenſum vix cadit, ut obſervationibus haud fere poſſit determinari.

Jam, ex hac deſcriptione; ſi concipies radios, quibus diverſi congeniti ſint colores, vicibus alternis reflecti in ſpatiis 1 I L 3, 5 M O 7, 9 P R 11, &c.; & tranſmitti in ſpatiis A H I 1, 3 L M 5, 7 O P 9, &c.; facile intelligere poteris, quemnam colorem, data quavis corporis tenuis pellucidi craſſitudine, corpus id in aperto aere exhibere debeat. Etenim ſi norma applicetur parallela ad A H, eo intervallo interjecto, quo repræſentetur corporis pellucidi craſſitudo; utique ſpatia alterna 1 I L 3, 5 M O 7, &c., quæ illa ſecabit tranſverſa, deſignabunt colores ſimplices reflexos, ex quibus color, quem ea corporis craſſitudo exhibitura ſit in aperto aere, compoſitus erit. Exempli gratia; ſi viridis in tertia colorum ſerie, qualis ſit, quæratur; appone normam, ut vides, ad π ρ σ φ; & quoniam illa tranſit per partem cærulei ad π, & flavi ad σ, æque ac per viridem ad ρ; concludere poteris, colorem viridem quem corpus ea craſſitudine exhibet, conſtare præcipue quidem ex viridi ſimplice, admixtis tamen aliqua portione cæruleo & flavo.

Porro, hoc pacto intelligere poteris, quemadmodum colores a centro annulorum extrorſum eo ſibi ordine in-

 vicem

vicem succedere debeant, quem in 4ta & 18va observationibus supra descripsimus. Etenim si normam ab A H gradatim per intervalla omnia transferas: quum per primum transierit spatium, quod denotat exiguam vel nullam reflexionem a corporibus tenuissimis factam; perveniet ea primo ad 1, colorem violaceum; & statim post ad cæruleum & viridem, qui una cum violaceo illo conficiunt cæruleum; deinde autem perveniet ad flavum & rubrum, quorum quidem accessione cæruleus ille convertitur in alborem; isque albor permanet, interea dum normæ acies transit ab I ad 3; postea autem, deficientibus singulatim coloribus ex quibus compositus erat, convertit is sese primo in flavum compositum, deinde in rubrum, & postremo ruber iste deficit ad L. Tum incipiunt colores secundæ seriei: qui itidem ex ordine succedunt, interea dum normæ acies transit ab 5 ad O; floridioresque sunt quam priores, propterea quod magis dilatati sunt & separati: quam etiam eandem ob causam, loco prioris albitudinis, intervenit jam inter cæruleum & flavum mixtura aurei, flavi, viridis, cærulei atque indici; ex quibus omnibus compositus oriri debet viridis nubilus ac dilutus. Similiter colores tertiæ seriei succedunt omnes ex ordine: primo violaceus; qui aliquantum intermiscetur rubro secundi ordinis, eoque accedit ad purpureum rubescentem: deinde cæruleus & viridis; qui aliis coloribus minus quam ante intermixti sunt, & proinde magis adhuc floridi evadunt, viridis præsertim: postea succedit flavus; cujus pars aliqua propius viridem, distincta quidem est & bona; pars autem ea quæ spectat ad rubrum succedentem, sicut & ipse quoque ruber iste, intermiscetur violaceo & cæruleo quartæ deinceps seriei; ex quibus proinde compositi oriuntur varii colores rubri, multum purpurascentes. Jam porro violaceo & cæruleo illis quartæ seriei, qui rubrum jam dictum subsequi deberent, commixtis cum eo in eoque absconditis; proxime succedit viridis: isque primo quidem multum descendit ad cæruleum; statim autem post fit

fit color viridis bonus; utique folus fimplex & floridus color in tota hac quarta ferie; nam fimul primum ut ad flavum accedit, intermifceri incipit coloribus quintæ deinceps feriei; quorum utique admixtione, fuccedentes flavus & ruber valde diluti evadunt ac nubili; flavus præfertim, qui, cum fit color debilior, vix fcilicet exhibere fe queat fenfu percipiendum. Pofthæc, diverfæ feries, earumque colores diverfi, magis magifque intermifcentur invicem perpetuo; donec poft tres vel quatuor amplius feries, (in quibus ruber & cæruleus dominantur alterne,) colores omnes omnibus in locis æqua fere portione commifcentur inter fe, & albitudinem ufquequaque fui fimilem conficiunt.

Quoniam autem, ex 15^{ta} obfervatione, radii uno colore tranfmittuntur eodem in loco, ubi radii alio colore reflectuntur; hinc caufa colorum in 9^{na} & 20^{ma} obfervationibus lumine tranfmiffo exhibitorum, fit itidem manifefta.

Quod fi jam non modo ordo & fpecies horum colorum, verum etiam ipfa accurate craffitudo lamellæ five corporis tenuis, qua parte id certum quemvis colorem exhibet, quæ, & quotenarumunciæ partium fit, quæratur; etiam hoc, per obfervationes 6^{tam} & 16^{tam}, definiri poterit. Etenim, ex iftis obfervationibus, craffitudines lamellæ aereæ inter bina vitra interjacentis, qua parte fex priores annuli videbantur luminofiffimi, erant $\frac{1}{178000}$, $\frac{3}{178000}$, $\frac{5}{178000}$, $\frac{7}{178000}$, $\frac{9}{178000}$, $\frac{11}{178000}$, partes unciæ. Jam fi igitur lumen in iftis craffitudinibus copiofiffime reflexum, fit flavum citrinum clarius, five confinium flavi ac aurei; utique craffitudines iftæ, erunt $F\lambda$, $F\mu$, $F\nu$, $F\xi$, $F o$, $F\tau$. Quo quidem cognito; facillime deinceps intelligi poterit, quamnam aeris craffitudinem repræfentet illa $G\varphi$, vel alia quævis diftantia normæ a linea A H.

Porro autem, quoniam, ex 10^{ma} obfervatione, craffitudo aeris ad craffitudinem aquæ, inter eadem vitra eundem colorem exhibentium, eft ut 4 ad 3; item, ex 21^{ma} obfervatione, non, fi mutetur medium circumjectum, mutantur & colores

colores corporum ipsorum tenuium; utique crassitudo bullæ aquæ, qua quivis color exhibeatur, erit $\frac{3}{4}$ crassitudinis aeris eundem colorem exhibentis. Similiter ex iisdem 10^ma & 21^ma observationibus, crassitudo lamellæ vitri, in quo refractionem radiorum mediocriter refrangibilium metitur proportio sinuum 31 & 20, poterit esse scilicet $\frac{20}{31}$ crassitudinis lamellæ aereæ, eundem colorem exhibentium. Idemque de aliis mediis comparate intelligi poterit. Cæterum id hic observatum velim, non affirmare me istam proportionem, quæ est 20 ad 31, similem esse in radiis universis. Habent enim sinus aliorum radiorum, alias proportiones. At enim differentia istarum proportionum adeo parva est, ut ejus hic habere rationem non necesse existimem. Hisce igitur positis fundamentis, tabulam sequentem construxi; in qua crassitudo aeris, aquæ, & vitri ea qua quisque color exhibetur clarissimus & purissimus, exprimitur partibus unciæ in decies centies mille partes inter se æquales divisæ.

Crassitu-

Crassitudo coloratarum lamellarum & particularum.

		Aeris.	Aquæ.	Vitri.
Colores ipsarum primæ seriei.	Nigerrimus	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{10}{41}$
	Niger	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{20}{31}$
	Nigrescens	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{2}{7}$
	Cæruleus	$2\frac{2}{5}$	$1\frac{4}{5}$	$1\frac{11}{20}$
	Albus	$5\frac{1}{4}$	$3\frac{7}{8}$	$3\frac{2}{5}$
	Flavus	$7\frac{1}{9}$	$5\frac{1}{3}$	$4\frac{3}{5}$
	Aureus	8	6	$5\frac{1}{6}$
	Ruber	9	$6\frac{3}{4}$	$5\frac{4}{5}$
Secundæ seriei.	Violaceus	$11\frac{1}{6}$	$8\frac{3}{8}$	$7\frac{1}{5}$
	Indicus	$12\frac{5}{6}$	$9\frac{5}{8}$	$8\frac{2}{11}$
	Cæruleus	14	$10\frac{1}{2}$	9
	Viridis	$15\frac{1}{8}$	$11\frac{1}{3}$	$9\frac{5}{7}$
	Flavus	$16\frac{2}{7}$	$12\frac{1}{5}$	$10\frac{2}{5}$
	Aureus	$17\frac{2}{9}$	13	$11\frac{1}{9}$
	Ruber clarior	$18\frac{1}{3}$	$13\frac{3}{4}$	$11\frac{5}{6}$
	Coccineus	$10\frac{2}{3}$	$14\frac{3}{4}$	$12\frac{2}{3}$
Tertiæ seriei.	Purpureus	21	$15\frac{3}{4}$	$13\frac{11}{20}$
	Indicus	$22\frac{1}{10}$	$16\frac{4}{7}$	$14\frac{1}{4}$
	Cæruleus	$23\frac{2}{5}$	$17\frac{11}{20}$	$15\frac{1}{10}$
	Viridis	$25\frac{1}{5}$	$18\frac{9}{10}$	$16\frac{1}{4}$
	Flavus	$27\frac{1}{7}$	$20\frac{1}{3}$	$17\frac{1}{2}$
	Ruber	29	$21\frac{3}{4}$	$18\frac{5}{7}$
	Ruber subcæruleus	32	24	$20\frac{2}{3}$
Quartæ seriei.	Viridis subcæruleus	34	$25\frac{1}{2}$	22
	Viridis	$35\frac{2}{7}$	$26\frac{1}{2}$	$22\frac{3}{4}$
	Viridis flavescens	36	27	$23\frac{2}{9}$
	Ruber	$40\frac{1}{3}$	$39\frac{1}{4}$	26
Quintæ seriei.	Cæruleus subviridis	46	$34\frac{1}{2}$	$29\frac{2}{3}$
	Ruber	$52\frac{1}{2}$	$39\frac{3}{8}$	34
Sextæ seriei.	Cæruleus subviridis	$58\frac{3}{4}$	44	38
	Ruber	65	$48\frac{3}{4}$	42
Septimæ seriei.	Cæruleus subviridis	71	$53\frac{1}{4}$	$45\frac{4}{5}$
	Albus rubescens	77	$57\frac{3}{4}$	$49\frac{2}{3}$

Jam

TAB. II. Jam si hanc tabulam conferes cum sexto schemate: invenies ibi constitutionem cujusque coloris; videlicet, ex quibusnam simplicibus coloribus color quisque compositus sit: indeque judicare poteris, quantum perfectus sit quisque eorum, vel imperfectus. Atque hæc quidem sufficiant ad observationes 4^{tam} & 18^{vam} explicandas. Nisi forte id amplius postules, ut delineetur qua forma hi colores inter bina vitra objectiva, quorum alterum alteri superpositum sit, appareant. Quod porro ut fiat; describatur amplus circuli arcus; item linea recta, quæ istum arcum tangat; & parallelæ isti tangenti plures lineæ occultæ, tantis ab tangente interjectis intervallis, quanta denotant numeri coloribus singulis in tabula ex adverso adscripti. Etenim arcus iste, cum sua tangente, repræsentabunt vitrorum superficies, quibus aer interjacens terminetur; & loca, ubi lineæ occultæ arcum secent, ostendent quibusnam a centro vel a puncto contactus interjectis intervallis, color quisque reflectatur.

Cæterum & alii adhuc sunt hujus tabulæ usus. Nam & ejus ope, crassitudo bullæ in 19^{na} observatione colligebatur ex coloribus quos illa exhiberet. Similiter, particularum corporum naturalium magnitudo, quæ sit, ex coloribus ipsorum colligi poterit; uti infra ostendetur. Item, si duarum tenuium lamellarum altera alteri superponatur, vel adhuc plures ipsarum ita invicem committantur & coeant, ut ex omnibus una fiat lamella, quæ crassitudine par sit universis; ex eadem hac tabula colligi poterit, quisnam inde sit color oriturus. Exempli gratia: Observavit D. *Hookius*, ut in ejus *Micrographia* memoratur, lapidis specularis lamellam quæ esset colore flavo languido, superpositam lamellæ quæ esset colore cæruleo, confecisse colorem purpureum valde saturum. Utique flavus primæ seriei, est flavus languidus; & crassitudo lamellæ quæ istum colorem exhibet, est, ex tabula, $4\frac{2}{5}$: ad quam porro si addas 9, quæ est crassitudo exhibens cæruleum in secunda serie; habebis jam $13\frac{2}{5}$, crassitudi-

ſitudinem quæ exhibet purpureum tertiæ ſeriei.

Jam ut explicemus deinceps obſervationum 2^{dæ} ac 3^{tiæ} phænomena; videlicet, quemadmodum fiat ut annuli colorati (convertendo priſmata circa axem ſuum communem, motu jam contrario ac in iſtis obſervationibus dictum eſt,) convertant ſe in annulos albos & nigros, & deinde in annulos iterum coloratos, coloribus ſingulorum annulorum jam inde inverſo ordine diſpoſitis: recordandum eſt annulos iſtos coloratos dilatari, obliquatione radiorum ad aerem inter vitra interjacentem; iſtamque dilatationem annulorum, ſive productionem diametrorum ſuarum, evidentiſſimam & celerrimam (ſecundum tabulam in 7ma obſervatione) tum eſſe, cum illi obliquiſſimi ſint. Hinc enim hujus rei cauſa facile intelligitur. Nempe radii flavi, quoniam in prima aeris illius inter vitra interjacentis ſuperficie plus refringuntur quam rubri, fiunt utique eo pacto magis obliqui ad ſecundam ſuperficiem, a qua reflexi annulos coloratos efficiunt; & conſequenter circulus flavus in unoquoque annulo, magis dilatatus eſſe debet quam ruber; ejuſque dilatatio tanto eſſe major quam rubri, quanto major ſit radiorum incidentium obliquitas; donec tandem circulus iſte flavus, æque ſit amplus factus ac ruber in eodem annulo. Similiter, reliqui circuli, viridis, cæruleus, & violaceus, dilatari itidem eo uſque debebunt, majori adhuc radiorum obliquitate; ut & hi quoque omnes tandem æqua propemodum amplitudine fiant, hoc eſt, æquo intervallo a centro annulorum diſtent, ac ruber. Quo quidem in caſu, colores ejuſdem annuli coire in unum neceſſe eſt univerſos; ſuaque omnium permixtione inter ſe, annulum album exhibere. Qui porro annuli albi, annulos nigros obſcuroſque ſibi interjectos habeant oportet; quia jam non expanſi ſunt utroque, & intermixti invicem, ut prius. Quam quoque eandem ob cauſam, multo etiam diſtinctiores fieri debent, & inſuper longe majori numero ſub aſpectum venire. Veruntamen color violaceus; quoniam, obliquiſſimus cum ſit, aliquanto plus, pro amplitudine

tudine ſua, quam reliqui colores, dilatatur; utique abeſſe vix poterit, quin in extremis albi marginibus ſeſe prodat.

Poſt hæc, quoniam adhuc majori radiorum obliquitate, dilatatio violacei & cærulei adhuc magis exuperat dilatationem rubri & flavi, adeoque violaceus ille & cæruleus adhuc longius a centro annulorum protenduntur; colores jam deinceps ex albo emergere debebunt ordine contrario, atque ante diſpoſiti erant; nempe violaceus ac cæruleus ab exteriore margine cujuſque annuli, & ruber ac flavus ab interiore. Violaceus autem, propter maximam radiorum ſuorum obliquitatem; cum utique omnium maxime, pro amplitudine ſua, dilatetur; apparebit & primus in exteriori cujuſque annuli albi margine, & maxime omnium conſpicuus. Item diverſæ colorum ſeries, ad annulos diverſos pertinentes, incipient iterum, explicatu & expanſu ſui quaquaverſum, intermiſceri invicem; eoque pacto efficient, ut annuli & minus diſtincti, & minori iterum numero ſub aſpectum veniant.

Si, loco priſmatum, adhibeantur vitra objectiva; annuli, quos illa exhibent, jam non evadent albi & diſtincti per obliquitatem oculi; propterea quod radii in tranſitu ſuo per aerem inter iſta vitra interjacentem, ferme paralleli ſunt lineis in quibus in vitra primo incidebant; & conſequenter radii diverſis coloribus, non ſunt ad aerem iſtum alii aliis magis inclinati, quomodo in priſmatibus quidem evenit.

Aliud adhuc horum experimentorum adjunctum eſt, conſideratu dignum; qui ſcilicet fiat, ut annuli albi ac nigri, qui, quum interjecto paulo majori intervallo inſpiciantur, diſtincti apparent; iidem tamen, quum inſpiciantur propius, non modo confuſi appareant, verum etiam colorem violaceum in utriſque annuli cujuſque albi extremitatibus exhibeant. Hujus autem rei cauſa hæc eſt. Radii, qui oculum in diverſis partibus pupillæ ingrediuntur, diver-

diversas habent ad vitra obliquitates; quique maxime obliqui sunt, ii, si soli essent, annulos majores, quam qui minus obliqui sunt, repræsentaturi forent. Hinc orbita annuli cujusque albi expanditur in latitudinem extrorsum per radios maxime obliquos, introrsum autem per radios minime obliquos: eaque expansio tanto fit major, quanto major est radiorum obliquitatis differentia, hoc est, quanto pupilla latior est, aut oculus propius vitra. Violaceus autem expandi debet omnium maxime; quia radii, qui sensum eo colore afficiunt, maxime omnium obliqui sunt secundæ sive posteriori tenuis aeris superficiei, a qua reflectuntur; itemque maximam habent obliquitatis suæ variationem; quo fit ut iste color, omnium citissime ex albi marginibus emergat. Porro autem, prout latitudo cujusque annuli hoc modo augetur, ita nigra ipsorum intervalla diminuantur necesse est, usque dum vicini annuli fiant contigui inter se & commisceantur invicem, primo exteriores, deinde & interiores propius centrum; adeo ut tandem secerni & distingui haud queant amplius, sed plane in albitudinem sui usquequaque consimilem coiisse omnes videantur.

Inter omnes observationes supra memoratas, nulla est quæ tam mira habeat adjuncta, quam 24ª. Præcipue, quod certæ tenues lamellæ, quæ nudo oculo albitudine pellucida, æquabili, & sui usquequaque simili, sine ullis omnino umbrarum vestigiis, videntur; per prisma tamen inspectæ, annulos coloratos exhibeant; cum e contrario, prismatis refractione, corpora omnia ea solummodo sui parte apparere soleant coloribus distincta, ubi vel umbris terminentur, vel partes habeant inæqualiter luminosas. Item, quod annuli isti eo modo exhibiti, perquam distincti sint atque albi; cum e contrario, prismatis refractione, corporum omnium species confusæ ac coloratæ exhiberi soleant. Jam vero causam hujus rei, paulum modo si attendas, ita intelligere poteris. Nempe, annuli isti omnes colorati, insunt revera in lamella tum, cum ea nudo oculo inspiciatur; quam-

 vis,

vis, propter nimiam orbitarum suarum latitudinem, intermixti sint adeo & confusi inter se, ut albitudinem uniformem & sui usquequaque consimilem conficere videantur: quum autem radii ad oculum per prisma transmittantur; tum orbitæ diversorum colorum, qui insunt in singulis annulis, refringuntur, pro sua cujusque refrangibilitate, aliæ magis, aliæ minus: quo pacto colores ex altera parte annuli, (hoc est, in circumferentia ex altera parte centri ipsius,) magis explicantur & dilatantur; ex altera autem parte, magis, quam antea, complicantur & contrahuntur. Jam vero ubi colores apta justaque refractione eousque contrahuntur, ut diversi annuli angustiores hinc fiant, quam ut invicem intermixti sint; utique annuli isto in loco distincti apparere debent; & simul albi, si nimirum colores, ex quibus ii compositi sunt, eousque sint contracti, ut in unum plane coierint: atqui ex altera parte, ubi e contrario orbita cujusque annuli, ulteriori explicatu colorum suorum, adhuc latior est facta; ibi is multo jam magis, quam antea, cum aliis annulis commixtus esse debet; & proinde minus esse distinctus.

Quo autem hanc materiam adhuc uberius explicemus; TAB. II. finge circulos concentricos A V & B X, [*Fig.* 7.] repræsentare cujusvis seriei colores rubrum ac violaceum, qui, una cum coloribus intermediis, unum quemvis horum annulorum constituant. Jam quidem si hi circuli per prisma inspiciantur; circulus violaceus B X, majori refractione, transferetur longius e loco suo, quam ruber A V; adeoque ad rubrum istum propius accedet illa in parte circulorum, quam versus refractiones fiunt. Exempli gratia: Si circulus ruber transferatur ad *a v*, violaceus transferri poterit ad *b x*; adeo ut jam propius, quam ante, accedat ad rubrum in parte *x*: Sique ruber transferatur longius ad a v; utique violaceus itidem proportione, tanto ulterius transferri poterit ad b x, ut coeat jam plane cum rubro in x: sique ruber adhuc porro longius transferatur ad *α* ϒ; violaceus itidem, tanto etiam adhuc ulterius transferri poterit ad *β* ξ, ut

ut jam plane prætervectus sit rubrum in ξ, coeat autem cum eo in *e* & *f*. Quod si hoc idem de aliis quoque coloribus intermediis, æque ac rubro & violaceo; itemque de omnibus colorum istorum seriebus, dictum similiter intelligatur: facile jam percipies quemadmodum colores unius ejusdemque ordinis sive seriei, propinqui facti inter se ad $x\,v$ & $\gamma\ \xi$, & coeuntes plane ad x v & *e* & *f*, debeant constituere arcus circulorum satis quidem distinctos, maxime ad x v vel ad *e* & *f*; ad $x\,v$ autem, apparere separati; & ad x v albitudinem mutua permixtione conficere; rursumque apparere separati ad $\gamma\,\xi$; ordine autem contrario, quam quo ante apparuerant, & quam etiamnum apparent ultra *e* & *f*. Verum ex altera parte, ad *a b*, a b, vel $\alpha\ \beta$, colores isti multo etiam magis confusi, quam antea, apparere debent; dilatati nimirum atque diffusi usque adeo, ut coloribus aliorum ordinum intermisceantur. Similisque porro confusio erit colorum ad $\gamma\ \xi$, inter *e* & *f*; si forte refractio sit valde magna, vel prisma a vitris objectivis valde remotum. Quo quidem in casu nulla pars annulorum sub aspectum veniet, præter duos exiguos arcus ad *e* & *f*; qui porro eo majori intervallo inter se distabunt, quo prisma a vitris objectivis adhuc longius removeatur. Hique exigui arcus distinctiores & albiores esse debent a media sui parte; ab extremitatibus autem, ubi confusi esse incipiunt, insimul colorati esse debent. Item colores in una extremitate cujusque arcus ordine contrario dispositi esse debent, atque in altera; propterea quod in albitudine intermedia decussantur. Nempe extremitates arcuum eæ, quæ spectant ad $\gamma\,\xi$, erunt rubræ ac flavæ illa sui parte, quæ sit propior a centro; ex altera autem parte, cæruleæ ac violaceæ: extremitates autem eæ, quæ in contrarium spectant, erunt e contrario cæruleæ ac violaceæ illa sui parte, quæ sir propior a centro; ex altera autem parte, rubræ ac flavæ.

Jam sicut omnia quæ hactenus dicta sunt, ex luminis proprietatibus mathematica deductione consequuntur; ita

 veri-

veritas ipsorum, experimentis insuper manifesta fieri potest. Etenim si in cubiculo tenebricoso inspiciantur per prisma annuli jam dicti, tum quum reflexione diversorum colorum prismaticorum in vitra objectiva singulatim projectorum exhibeantur; quos nimirum colores prismaticos adsistens aliquis transferat huc illuc super parietem vel chartam e qua ad vitra reflectantur, interea dum & oculus spectatoris & prisma oculo applicatum & vitra ipsa objectiva (sicuti in 13^{tia} observatione) immota maneant; utique circuli, quos diversi illi colores singulatim exhibebunt, tali inter se positu reperientur collocati comparate, qualem in schematibus *a b x v*, vel a b x v, vel α β ξ τ, descripsi. Atque eadem quidem ratione, aliarum quoque observationum explicationes, quam veræ & certæ sint, probari & examinari possunt.

Porro, ex iis quæ dicta sunt, similia aquæ quoque & tenuium vitri lamellarum phænomena intelligi & explicari poterunt. Verum enimvero in parvis istiusmodi lamellarum fragmentis, illud insuper notatu dignum est; fragmenta ista, si super mensam jacentia circumagantur circa centra sua, interea dum per prisma inspiciantur; fore utique ut in certis positionibus, undatim videantur coloribus distincta; atque eorum alia quidem, undas istas in una duntaxat vel duabus exhibeant positionibus; pleraque autem illas omni in positu, idque per totam fere sui faciem, exhibeant. Nempe ea de causa, quod istiusmodi lamellarum superficies non sint æquate planæ, sed multas habeant partes eminentes, multas lacunosas; qua quidem inæqualitate, utcunque exigua, variatur tamen nonnihil lamellæ crassitudo. Etenim in diversis lateribus lacunarum istarum, propter causas jam ante dictas, exhiberi debent undæ in variis prismatis positionibus. Et quamvis perexiguæ sint quidem & valde angustæ solummodo vitri partes, quæ hujusmodi undas plerunque exhibeant; nihilo tamen minus undæ hæ per totam

tam protensæ vitri faciem videri poterunt; propterea quod etiam ab angustissima istarum partium, colores sunt diversorum ordinum, hoc est diversorum annulorum, confuse reflexi; qui prismatis deinceps refractione explicati, separati, & quaquaversum pro sua cujusque refrangibilitate dispersi, exhibent utique tot undas diversas, quot erant diversi colorum ordines ab ista vitri parte confuse reflexi.

Hæc sunt præcipua tenuium lamellarum sive bullarum phænomena; quorum quidem explicatio pendeat ex luminis proprietatibus supra expositis. Atque hæc quidem phænomena ex proprietatibus istis consequuntur (ut vides) necessario, & conveniunt cum eis, etiam ad minutissimas usque circumstantias. Neque id solum, verum etiam ad eas ipsas vicissim comprobandas conferunt permultum. Exempli gratia: ex 24ta observatione apparet radios diversorum colorum, tam lamellis sive bullis, quam refractionibus prismatis exhibitorum, suos habere singulos refrangibilitatis gradus: quo quidem pacto radii uniuscujusque ordinis, qui, quum a lamella vel bulla reflectuntur, intermixti sunt confuse radiis aliorum ordinum; separentur ab eis deinceps refractione, & consocientur inter se; adeo ut ordinatim, tanquam totidem arcus circulorum, sub aspectum veniant. Neque enim ullo modo fieri posset, si radii essent omnes ex æquo refrangibiles, ut albitudini isti, quæ nudo oculo sui usquequaque consimilis videtur, refractione tamen partes suæ ita transponerentur, ut inde in albos istos nigrosque arcus ordinatim digestæ apparerent.

Apparet etiam, ex iis quæ dicta sunt, inæquales radiorum dissimilium refractiones, non oriri ex causis irregularibus, quæ casu possint accidere; quales utique sunt venulæ in vitro interspersæ; inæqualis quædam vitri facierum politura, vel fortuita occultorum vitri meatuum positio; inæquales & fortuiti quidam motus sive agitationes aeris vel

vel ætheris; diffusio, diffissio, aut divisio unius & ejusdem radii, in multas partes divergentes; aliæve similes causæ. Nam, positis quibusvis ejusmodi irregularitatibus, fieri tamen nullo modo posset ut refractiones annulos antedictos tam valde distinctos tamque distinctis terminis definitos exhiberent, quam faciunt in 24^{ta} observatione. Necesse est igitur, ut unusquisque radius proprium ac suum semper habeat sibi congenitum refrangibilitatis gradum; cui congruenter, refractio ipsius semper accurate & regulariter efficiatur; itemque diversi radii, diversos habeant refrangibilitatis gradus.

Adhæc, quod de radiorum refrangibilitate dictum est, id de eorum reflexibilitate quoque similiter dictum intelligi poterit; hoc est, de dispositione eorum illa, qua ita comparati sunt, ut alii majore, alii minore tenuium lamellarum sive bullarum crassitudine reflectantur: nempe, illas itidem dispositiones congenitas esse radiis, & immutabiles. Id quod apparet ex observationibus 13^{tia}, 14^{ta}, & 15^{ta}, comparatis cum 4^{ta}, & 18^{va}.

Ex præmissis observationibus apparet quoque, albitudinem esse mixturam heterogeneam colorum universorum; lucemque esse mixturam radiorum coloribus istis omnibus præditorum. Nam ex eo, quam ingens visa esset multitudo annulorum coloratorum in observationibus 3^{tia}, 12^{ma}, & 24^{ta}; liquet, quamvis in observationibus 4^{ta} & 18^{va} non amplius octo aut novem apparerent, tamen revera longe majorem esse ipsorum numerum; qui utique intermiscentur invicem eousque, ut post octonas aut novenas illas series, plane diluti fiant deinceps permixtione sui mutua inter se, & in albitudinem abeant, ad sensus quidem judicium, sui usquequaque consimilem. Quam proinde albitudinem, colorum esse omnium mixturam fatearis necesse est; & lumen, quo ea ad oculum transmittitur, mixturam esse radiorum coloribus istis omnibus præditorum.

Deni-

Denique, ex 24^{ta} observatione, apparet, inter colores & refrangibilitatem, mutuum ac perpetuum esse connexum atque responsum: nempe radios maxime refrangibiles, esse violaceos; radios minime refrangibiles, rubros; radiosque coloribus intermediis, intermediis esse comparate refrangibilitatis gradibus. Item ex observationibus 13^{tia}, 14^{ta}, & 15^{ta}, comparatis cum 4^{ta} vel 18^{va}, apparet inter reflexibilitatem quoque & colores, similem esse connexum atque responsum perpetuum: nempe colorem violaceum, iisdem positis cæteris omnibus circumstantiis, reflecti in minimis crassitudinibus cujusvis tenuis lamellæ vel bullæ; colorem rubrum, in maximis crassitudinibus; coloresque intermedios, in intermediis comparate crassitudinibus. Ex quo efficitur, colorificas itidem radiorum qualitates, congenitas esse atque immutabiles: & consequenter omnes omnium colorum species, quæ sint uspiam in rerum universitate, oriri utique non ex physica ulla mutatione, quam refractio aut reflexio efficiat in lumine; sed solummodo ex variis mixturis aut separationibus radiorum, refrangibilitate sua diversa vel reflexibilitate effectis. Atque hac quidem ratione, scientia colorum fit theoria tam vere mathematica, quam alia ulla pars Optices: eatenus videlicet, quatenus colores ex luminis ipsius natura pendeant, neque oriantur immutenturve imaginationis vi, aut oculorum percussu vel compressu.

OPTICES
LIBER SECUNDUS.

PARS III.

De permanentibus corporum naturalium coloribus; & analogia quæ est inter eos colores, & colores tenuium laminarum pellucidarum.

Pervenimus jam ad aliam instituti nostri partem; videlicet ut in id deinceps inquiramus, quæ sit inter tenuium laminarum pellucidarum & aliorum omnium corporum naturalium phænomena, similitudinis proportio. Ac de hisce quidem corporibus jam supra illud statuimus; diversis ea coloribus ita apparere, prout radiis hos

hos vel illos colores sibi congenitos habentibus, copiosius quam aliis omnibus reflectendis, natura apta sint facta & constituta. Naturæ autem ipsorum constitutio illa ac ratio intima, qua nimirum ita sunt comparata, ut radios alios copiosius quam alios reflectant; ea demum quæ sit, adhuc inquirendum restat. Hocque in sequentibus propositionibus jam deinceps exponere conabor.

Propositio I.

Ea corporum pellucidorum superficies plurimum luminis reflectunt, quæ vim refringentem maximam habent; hoc est, quæ inter talia interjecta sunt media, quorum densitates refractivæ inter se maxime differunt. Et in confinibus mediorum æqualiter refringentium, nulla est reflexio.

QUAM magna sit inter reflexionem & refractionem analogia, ex eo apparere poterit, quod, cum lumen ex uno medio transeat oblique in aliud, quod quidem radios refringat a perpendiculari; quo major est mediorum istorum densitatis refractivæ differentia, eo minor ad totalem reflexionem faciendam postuletur obliquitas incidentiæ. Etenim quam proportionem habent inter se sinus, qui refractionem metiuntur; eandem habet sinus incidentiæ is, ubi totalis incipit reflexio, ad semidiametrum circuli: Et consequenter angulus incidentiæ is, ubi totalis incipit reflexio, minimus tum est; cum sinus, qui refractionem metiuntur, differunt maxime inter se. Exempli gratia: In transitu luminis ex aqua in aerem, ubi refractionem metitur ratio sinuum 3 ad 4; totalis reflexio tum incipit, cum angulus incidentiæ sit graduum 48, 35′. In transitu luminis ex vitro in aerem, ubi refractionem metitur ratio sinuum 20 ad 31; totalis reflexio tum incipit, cum angulus incidentiæ sit graduum 40, 10′. Et similiter, in transitu luminis e crystallo, vel e mediis adhuc magis refringentibus in aerem;

ad totalem faciendam reflexionem, adhuc minor obliquitas postulatur. Quæ itaque superficies maxime refringunt; eæ citissime id omne lumen, quod sibi incidat, reflectunt; & consequenter vim reflectentem maximam habere dicantur, necesse est.

Verum propositionis hujusce veritas adhuc amplius inde apparere poterit, quod in superficie interjacente bina quævis media pellucida, (qualia sunt aer, aqua, oleum, vitrum, crystallus, vitra metallica, vitra Islandica, arsenicum album pellucidum, adamantes, &c.) reflexio semper fortior aut debilior fit pro eo, ac superficies ista vim refringentem majorem minoremve habeat. Sic enim in confinio aeris & salis-gemmæ, fortior est reflexio quam in confinio aeris & aquæ; in confinio aeris & vitri vel crystalli, adhuc fortior; & in confinio aeris atque adamantis, adhuc usque fortior. Siquod horum vel his similium corporum solidorum pellucidorum, in aquam immersum sit; ejus reflexio multo, quam ante, languidior fit; atque etiam adhuc languidior, si id immersum sit in oleum vitrioli vel spiritum terebinthi rectificatum, utique liquores adhuc fortius refringentes. Si aqua in binas partes superficie quavis imaginaria distinguatur; reflexio in binarum istarum partium confinio, plane est nulla. In confinio aquæ & glaciei, reflexio admodum exigua est; in aquæ & olei, aliquanto major; in aquæ & salis-gemmæ, adhuc major; in aquæ & vitri aut crystalli aliorumve corporum densiorum, etiam adhuc major; nimirum pro eo, quantum media illa vi refringente inter se differant. Hinc in confinio vitri & crystalli, languida debet esse reflexio; & in confinio vitri communis ac vitri metallici, fortior: quanquam hoc quidem nondum probavi experiundo. At vero in confinio duorum vitrorum densitate inter se æqualium & parium, nulla est reflexio, quæ quidem sensu percipi queat; id quod in prima supra observatione ostendimus. Idem autem similiter intelligi debet de superficie quæ interjaceat binas crystallos, vel binos liquores, vel bina quævis corpora, in quo-

quorum utique confinio nulla fiat refractio. Efficitur igitur in universum, ut causa quamobrem media pellucida uniformia, (qualia sunt aqua, vitrum aut crystallus,) nullam habeant reflexionem, quæ quidem sensu percipi possit, præterquam in externa sua superficie, ubi aliis mediis densitate a se differentibus adjacent, hæc sit nimirum; quod partes ipsorum contiguæ inter se, una eademque sint omnes densitate.

PROPOSITIO II.

Partes minimæ corporum naturalium fere omnium, sunt aliquo modo pellucida. Et opacitas istorum corporum oritur ex multitudine reflexionum, quæ in interioribus ipsorum partibus fiant.

OBservatum fuit hoc antea ab aliis; & facillime concedetur ab iis, qui microscopiis tractandis assueti fuerint. Porro autem probari etiam poterit amplius, apponendo quodlibet corpus ad foramen per quod aliquid luminis in cubiculum tenebricosum transmittatur. Etenim quantumvis opacum id corpus in aperto aere videatur, eo tamen pacto pellucidum videbitur manifesto; ita scilicet, si satis tenue fuerit factum. Excipienda solummodo sunt corpora metallica alba: quæ propter nimiam densitatem reflectere videntur fere id omne lumen, quod in primam ipsorum superficiem incidat; nisi cum in menstruis dissolvendo, comminuta sint in particulas perquam exiguas; quo quidem in casu, & ipsa quoque similiter evadunt pellucida.

PROPOSITIO III.

Inter corporum opacorum & coloratorum partes, multa interjacent ſpatia; vel vacua, vel mediis, quæ denſitate ab iſtis partibus differant, repleta. Sic inter particulas, quibus liquor quivis imbuitur & tingitur, interjacet aqua; inter globulos aquæ, ex quibus nubes & nebulæ conſiſtunt, interjacet aer; & inter corporum durorum partes, interjacent ſpatia, vacua plerunque tum aeris tum aquæ; fortaſſe tamen non omnis materiæ vacua.

HUjuſce veritatem evincunt propoſitiones duæ præcedentes. Nam, per prop. 2^{dam}, multæ ſunt reflexiones in interioribus corporum partibus factæ: Hoc autem, per prop. 1^{mam}, non fieret, ſi utique partes ipſorum prorſus eſſent contiguæ, ſine ullis interjectis iſtiuſmodi intervallis; etenim omnes reflexiones fiunt in ſuperficiebus, quæ interjectæ ſint mediis denſitate inter ſe differentibus, per prop. 1^{mam}.

Sed præterea, hanc interruptionem partium, præcipuam eſſe cauſam quamobrem corpora ſint opaca, inde etiam apparere poterit, quod corpora illa omnia opaca ſtatim pellucere tum incipiunt, cum forte occulti ipſorum meatus repleti ſint materia aliqua, quæ partibus ipſis par ſit vel fere par denſitate. Sic charta, in aquam vel oleum intincta; lapis, qui dicitur oculus mundi, in aqua maceratus; lintea, oleo vel vernigine illita; aliaque permulta corpora in iſtiuſmodi liquoribus immerſa, qui occultos ipſorum meatus intime pervadant; fiunt eo pacto magis, quam ante, pellucida. E contrario, corpora ea, quæ ſunt maxime pellucida, poterunt, vel occultorum ſuorum meatuum evacuatione, vel partium ſuarum ſeparatione, ſatis opaca evadere. Sic ſales, vel charta madida, vel oculus mundi lapis, cum ſint exſiccata: cornu, radulanum: vitrum,

cum

cum in pulverem redactum sit, vel etiam rimas modo egerit: resina terebinthina & aqua pluvia, simul agitatæ, donec quadantenus commixta sint: denique aqua ipsa, cum in multas bullulas tensa sit; idque vel sola, in speciem spumæ; vel simul agitata cum oleo terebinthino, olivo, aliove aliquo liquore commodo, quocum illa non commiscebit se penitus: opaca fiunt. Porro ad opacitatem horum corporum adhuc amplius adaugendam, confert nonnihil & illud; quod, ex 23[tia] observatione, reflexiones corporum pellucidorum admodum tenuium, multo sunt fortiores, quam eorundem corporum paulo crassiorum.

Propositio IV.

Quo corpora opaca esse queant, & colorata; partes ipsorum, itemque earum intervalla, debent non esse minora quam certa cujusdam & definita magnitudinis.

Etenim corpora omnium opacissima, si partes ipsorum in summam usque tenuitatem comminuantur, (ut metalla in menstruis acidis dissoluta,) evadunt continuo plane perfecteque pellucida. Item recordari poteris, in 8[va] observatione, binas vitrorum objectivorum superficies, ubi valde essent propinquæ, quamvis non contingerent prorsus inter se, tamen nullam ibi reflexionem fecisse, quæ quidem sensu percipi posset. Et, in 17[ma] observatione, reflexionem in aquæ bulla, qua parte ea tenuissima erat facta, vix sensu, an esset omnino aliqua, percipi potuisse; adeo ut, defectu luminis reflexi, maculæ valde nigræ in vertice bullæ apparerent.

Atque hisce quidem causis comperio aquæ, salis, vitri, lapidum, aliorumque id genus corporum, tribuendam esse pelluciditatem. Multa enim me movent ut credam, corpora ea ita utique esse constituta, non ut pauciores interjectos habeant partibus suis meatus occultos, quam habent

bent alia corpora; sed ut partes ipsorum, earumque intervalla, minores sint scilicet quam quæ reflexiones in communibus superficiebus suis efficere queant.

PROPOSITIO V.

Pellucidæ corporum partes, pro varia sua crassitudine, reflectunt radios uno colore, & transmittunt radios alio colore; eisdem de causis, ac tenues lamellæ sive bullæ reflectunt vel transmittunt radios istos comparate. Atque huic quidem causæ, corporum omnium colores omnes attribuendos existimo.

ETenim si cujusvis materiæ lamella tenuis, quæ, cum æquabili sit undique crassitudine, tota uno eodemque sui usquequaque consimili colore videtur; fingatur deinceps vel in fila dissecari, vel in fragmenta dirumpi, quæ ejusdem sint omnia crassitudinis, ac ipsa lamella: equidem nihil causæ video, quin unumquodque filum sive fragmentum, suum usque conservet colorem; & consequenter ex istiusmodi filorum sive fragmentorum congestu, confiat acervus pulveris, qui sit totus eodem colore, ac erat ipsa lamella ante confringendum. Jam vero partes corporum omnium naturalium, sunt tanquam totidem fragmenta tenuis lamellæ. Debent igitur hæ similiter eisdem de causis, eosdem colores exhibere.

Rem autem hanc revera ita se habere; apparere poterit ex mira proprietatum similitudine & conjunctione, quæ partibus corporum naturalium cum fragmentis tenuium lamellarum intercedit. Utique pulchre coloratæ avium quarundam, & præsertim caudarum pavoniarum, plumæ, una eademque sui parte colores varios exhibent, pro varia oculi positione; simili prorsus ratione, ac fecerunt tenues lamellæ in observationibus 7^{ma} & 19^{na}. Et proinde plumarum istarum colores, oriuntur ex tenuitate parvorum capillamentorum, quæ majoribus plumarum ramulis sive fibris lateralibus

libus adnaſcuntur. Eodem ſpectat, quod aranearum quarundam telæ, utique valde ſubtiles ac tenues, multicolores fuerint viſæ; (uti nonnulli obſervarunt) & fila ſerica quædam colorata, pro varia oculi poſitione, varietate videantur verſicolori. Porro, pannus bombycinus, & laneus, aliaque id genus corpora, in quæ aqua vel oleum intime penetrare poteſt, colorem obſcuriorem fuſcioremque trahunt, cum in liquores iſtos immerſa fuerint; rurſum autem, ſimul ut exſiccata ſint, colorem ſuum clariorem recuperant; utique eadem fere ratione, ac tenues lamellæ in obſervationibus 10ma & 21ma. Adhæc, bracteæ auri, vitra quædam picta, infuſio ligni nephritici, & alia corpora nonnulla, colorem unum reflectunt, alium tranſmittunt; ſimiliter ac tenues lamellæ in obſervationibus 9na & 20ma. Denique pulveribus quibuſdam coloratis, quibus utuntur pictores, colores ſui multa atque elaborata tritura immutari poſſunt nonnihil: qua equidem in re, nihil plane cauſæ video, cui ea colorum mutatio attribui queat, præterquam particularum comminutioni inter conterendum; eodem modo, ac color tenuis lamellæ, pro craſſitudinis ſuæ variatione, immutatur. Quam ſane eandem ob cauſam, plantarum quoque & herbarum flores colorati, pellucidiores plerunque evadunt contundendo; aut aliquo ſaltem modo colores ſuos immutant. Nec minus eodem facit, quod ex diverſorum liquorum permixtione, certæ colorum ſpecies permiros interdum ac notatu digniſſimos ortus atque mutationes habeant: quorum quidem cauſa nulli rei veriſimilius & rationi congruentius attribui poteſt, quam quod corpuſcula ſalina, quæ inſunt in uno liquore, agant varie in corpuſcula colorata alterius, vel coaleſcant cum illis; adeo ut illa inde adaugeantur vel extenuentur, (quo non modo magnitudo, verum etiam denſitas ipſorum immutari poteſt,) vel dividantur in corpuſcula adhuc minora, (quo liquor, qui fuerat coloratus, poterit pellucidus evadere) vel conſocientur complura inter ſe, & in grumulos coaleſcant, (quo

ex binis liquoribus pellucidis, confieri poterit liquor coloratus.) Etenim videmus quam facile menſtrua ejuſmodi ſalina, penetrent & diſſolvant corpora ad quæ applicentur; atque etiam alia eorum id præcipitent, quod alia diſſolverint. Similiter, ſi varia atmoſphæræ phænomena conſiderabimus; obſervare poterimus vapores, quum quidem primum ſuſcitantur, non impedire quominus pellucidus ſit aer; comminutos quippe in particulas exiguiores, quam quarum ſuperficies ullam efficere poſſint reflexionem: verum quum ad pluviæ guttas conſtituendas, coaleſcere demum & in globulos coire cœpti ſint magnitudinum omnium intermediarum; tum utique ex globulis iſtis ea magnitudine factis, qua colores alii reflectantur, alii tranſmittantur, poſſe confieri ſcilicet nubes variis coloribus, pro varia globulorum, ex quibus compoſitæ ſunt, magnitudine. Nec equidem video in aqua, tam pellucida videlicet, quid poſſit aliud ineſſe, cui horum colorum cauſa poſſit cum ulla veri ſimilitudine attribui; præter varias fluidarum ipſius & globoſarum particularum magnitudines.

PROPOSITIO VI.

Corporum partes, ex quibus colores ipſorum pendent, denſiores ſunt quam medium, quod intervalla earum permeat.

APparet hoc ex eo, quod color cujuſvis corporis pendet non modo ex illis radiis, qui ad perpendiculum in partes ejus incidant; verum ex illis etiam, qui aliis omnibus angulis in eaſdem incidant. Nam ejuſmodi quidem color reflexus: ſi utique corpus ſive particula tenuis, rarior eſſet quam medium circumjectum; quavis ſcilicet vel exigua obliquitatis mutatione, (ſecundum 7^am^ obſervationem) immutaretur & ipſe: adeo ut iſtiuſmodi particula, in diverſis radiorum incidentium obliquitatibus, colores prorſus omnes reflexura foret, tanta ſane varietate, ut color oriturus demum

mum unus ex omnibus illis, confuse nimirum ex acervo istiusmodi particularum reflexis, deberet potius albus aut leucophæus esse quam alius ullus color, aut saltem valde imperfectus esse ac nubilus. Atqui e contrario: si corpus sive particula tenuis, multo densior sit quam medium circumjectum; jam colores (secundum 19[num] observationem) adeo parum immutabuntur variatione obliquitatis, ut radii qui reflectuntur minus oblique, prævalere inter cæteros ac dominari queant in tantum, ut totum istiusmodi particularum acervum suo colore saturate infectum exhibere possint.

Porro, ad confirmandam hanc propositionem confert nonnihil & illud; quod, ex 22[da] observatione, colores quos exhibet corpus tenue densius in rariori conclusum, floridiores sint quam quos exhibet rarius conclusum in densiori.

Propositio VII.

Magnitudo partium, ex quibus corpora naturalia constant, qua sit, ex coloribus ipsorum conjici potest.

ETenim cum partes horum corporum, per prop. 5, eosdem, (uti veri quidem simillimum est) colores exhibeant, ac lamella pari crassitudine, modo eadem utræque sint densitate refractiva; habeant autem hæ partes, uti multis quidem ex rebus facillime colligi videtur, densitatem plerunque fere eandem, ac aqua aut vitrum; utique magnitudines ipsarum definiri poterunt ex tabulis præmissis, in quibus, qua crassitudine quemvis colorem exhibeat aqua aut vitrum, expressum habes. Exempli gratia: Si quæratur quanta sit diametro particula cujusvis corporis, quæ, si vitro par sit densitate, reflectat colorem viridem tertii ordinis; ostendit numerus $16\frac{1}{4}$, esse eam $\frac{16\frac{1}{4}}{1000000}$ partes unciæ.

Tota hujus rei difficultas in eo fere posita est, cujusnam ordinis censendus sit corporis alicujus color. Id au-

tem ut inveniamus, recurrendum erit ad obſervationes 4^{tam} & 18^{vam}; unde colligi poterunt hæ, quæ ſequuntur, concluſiones.

Colores coccinei, aliique rubri, item aurei & flavi, ſi puri ſint & largi, erunt (uti vero quidem ſimillimum eſt) ſecundi ordinis. Qui ſunt primi & tertii ordinis, poterunt etiam ſatis eſſe boni; niſi quod flavus primi ordinis, ſit languidus; & aureus ac ruber tertii ordinis, permultum ſibi admixtum habeant violacei ac cærulei.

Colores virides poterunt eſſe boni, quarti ordinis; at qui tertii ſunt ordinis, erunt puriſſimi. Atque hujus quidem ordinis eſſe videtur color herbidus omnium plantarum: partim, quia colores ipſarum largi ſunt ac ſaturi; partim quia ipſæ, cum marceſcunt, convertunt ſe aliæ in colorem flavum ſubviridem, aliæ in flavum clariorem, vel aureum, vel etiam rubrum, intervenientibus nimirum coloribus omnibus intermediis ante dictis. Quæ utique mutationes effici videntur exhalatione ſucci; unde videlicet particulæ coloratæ, denſiores potuerint eſſe factæ, atque etiam auctæ nonnihil accretione oleoſarum atque terreſtrium partium ſucci. Jam vero color viridis plantarum, ſine dubio ejuſdem eſt ordinis, ac colores illi in quos ipſe ſe immutat; quia mutationes eæ fiunt gradatim. Colores autem iſti, quamvis plerunque non admodum ſaturi, ſaturiores tamen ſæpe floridioreſque ſunt, quam ut quarti poſſint ordinis eſſe.

Colores cærulei & purpurei, poterunt eſſe vel ſecundi vel tertii ordinis; at puriſſimi qui ſunt, ordinis erunt tertii. Exempli gratia: Color violarum, ejus videtur eſſe ordinis; quia illarum ſyrupus, admixtione liquorum acidorum, convertit ſe in colorem rubrum; urinoſorum autem vel alkalizatorum, in viridem. Etenim, cum corporum acidorum ſit, diſſolvere ſive extenuare; alkalizatorum autem, præcipitare ſive incraſſare; utique ſi color purpureus hujus ſyrupi eſſet ſecundi ordinis, jam futurum eſſet ut liquor acidus, extenuando particulas ejus coloratas, converteret eum in

in colorem rubrum primi ordinis; alkalizatus autem, incrassando particulas ejus, converteret eum in colorem viridem secundi ordinis: at enim istorum ordinum colores ruber & viridis, præsertim viridis, minus perfecti esse videntur, quam sunt colores hisce mutationibus producti. Jam vero igitur, si color ille purpureus ponatur tertii esse ordinis; mutatio ipsius in rubrum secundi ordinis, & viridem tertii, satis commode poterit existimari.

Siquod reperiatur corpus colore purpureo saturiori & minus rubescente, quam violarum; verisimillimum est, ejus colorem secundi esse ordinis. Veruntamen, quoniam nullum corpus est vulgo notum, cujus color sit perpetuo saturior, quam illarum; visum est mihi vocabulo a violis deducto, significare colores purpureos saturatissimos minimeque omnium rubescentes, quamvis ii super ipsarum violarum colorem manifesto excellant puritate.

Color cæruleus primi ordinis, quamvis languidus admodum & exiguus, poterit tamen in aliquibus fortasse corporibus se exhibere; nominatim, color cæruleus cœli sereni, hujus ordinis esse videtur. Etenim vapores omnes, cum condensari & in exiguas particulas coalescere incipiunt, ea primum fiunt magnitudine, qua istiusmodi color cæruleus reflecti debeat; antequam se in nubes, quæ sint aliis coloribus, inducere possint. Ac proinde color iste, cum sit primus quem vapores reflectere incipiunt, debet utique cœli esse color sudi ac serenissimi; in quo scilicet vapores nondum eo excreverint crassitudinis, ut colores alios reflectere queant: id quod re comprobat experientia.

Albor, si clarissimus sit ac luminosissimus, primi erit ordinis; si minus fortis & luminosus, mixtura erit colorum omnium ordinum. Hujus posterioris generis est albitudo spumæ, chartæ, linteorum, & plurimorum corporum alborum: prioris esse generis existimo metalla alba. Etenim cum aurum, metallorum omnium densissimum, si in bracteas ductum sit, pelluceat; metallaque omnia, si in

menstruis dissoluta sint vel vitrificata, itidem pelluceant; utique opacitas metallorum alborum, non oritur ex densitate eorum sola. Futurum omnino sane esset, ut hæc metalla, cum sint auro minus densa, forent itidem magis pellucida; nisi ad ea opacanda conspiraret insuper, cum densitate ipsorum, alia quædam causa. Eam autem causam existimo esse particularum suarum magnitudinem talem, qua illæ ad alborem primi ordinis reflectendum aptæ sint factæ. Etenim siquo forte pacto acciderit, ut illæ aliis factæ sint magnitudinibus; poterunt & alios colores reflectere. Id quod evincunt colores, qui nonnunquam in candefacto chalybe inter temperandum apparent, & nonnunquam etiam in superficie metallorum fusorum sese exhibent, nempe in scoria sive cuticula illa, quæ metallis inter frigefaciendum adnascitur. Præterea autem, ut albor primi ordinis, fortissimus est qui corporum pellucidorum lamellis reflecti possit; ita fortior esse debet in densiori materia metallorum, quam in rariori aeris, aquæ, & vitri. Nec equidem quicquam video, quin corpuscula metallica ea crassitudine, qua albori primi ordinis reflectendo apta sint, possint, propter magnam suam densitatem, (secundum proportionem primæ propositionis,) lumen id omne quod sibi inciderit reflectere, eoque tam opaca tamque splendentia fieri, ut nihil possit supra. Utique aurum ipsum, vel cuprum; admixto argento, vel stanno, vel regulo antimonii, infra portionem dimidiam pondo, fusum; vel amalgamatum, ut loquuntur, cum argenti vivi paululo, album fit. Ex quo apparet, & particulas metallorum alborum multo plus habere superficiei, adeoque exiguiores esse, quam auri vel cupri; itemque eas tam esse opacas, ut particulas auri vel cupri trans se interlucere non permittant. Jam quidem colores auri & cupri, quin secundi sint ordinis tertiive, dubitari haud potest: fieri itaque nequit, ut particulæ metallorum alborum multo sint majores, quam necessarium est quo eæ alborem

alborem primi ordinis reflectere possint. Ne multo sint majores, evincit quidem ipsa argenti vivi natura admodum volatilis: neque vero, e contrario, multo minores tamen esse debebunt; ne opacitatem suam amittant; & vel pellucidæ fiant: ut quum vitrificando aut in menstruis dissolvendo extenuatæ fuerint; vel nigræ evadant, ut quum comminutæ fuerint, atterendo nimirum argentum vel stannum vel plumbum aliis quibusvis corporibus ad lineas nigras inducendas. Utique primus & solus color, quem metalla alba comminutione particularum suarum induunt, est nigror: ac proinde albor ipsorum is esse debet, qui confinis est maculæ nigræ in centro annulorum coloratorum; hoc est, albor primi ordinis. Veruntamen si hinc colligere velis, quanta sit particularum metallicarum magnitudo; habenda erit ratio densitatis ipsarum. Etenim si argentum vivum pellucidum esset; densitas ejus tanta est, ut sinus incidentiæ in id, (quomodo ego quidem calculum posui) foret ad sinum refractionis suæ, ut 71 ad 20, vel 7 ad 2. Quamobrem particulæ ejus, quo colores eosdem ac aquæ bullæ exhibere queant, debent esse minus crassæ quam cuticula istarum bullarum, ea proportione quæ est 2 ad 7. Unde fieri sane potest, ut particulæ argenti vivi prorsus tam sint exiguæ, quam particulæ liquorum quorundam volatilium pellucidorum; & tamen alborem primi ordinis reflectant.

Denique, ad nigrorem exhibendum, particulæ adhuc minores esse debent omnibus illis, quæ colores cujuscunque modi exhibent. Nam particulæ omnes majusculæ, plus reflectunt luminis, quam ut nigræ possint videri. Verum si paululo minores esse ponantur, quam satis sit ad reflectendum album & cæruleum languidum primi ordinis; jam, ex observationibus 4^{ta}, 8^{va}, 17^{ma}, & 18^{va}, reflectent tam pusillum luminis, ut & valde nigræ appareant, & tamen lumen varie refringant fortasse intra se usque eo, donec id restinguatur penitus & intercidat; quo pacto ipsæ in

omnibus

omnibus oculi positionibus nigræ, sine ulla pelluciditate, videantur. Atque hinc quidem intelligi potest qui fiat, ut ignis, &, adhuc subtilior illa rerum dissolutrix, putredo, utique dividendo particulas corporum, nigra omnia efficiant: item exiguæ admodum corporum nigrorum portiones corpora alia, ad quæ applicentur, colore nigro facillime & copiose inficiant; minutissimis nimirum horum corporum particulis, quæ est ingens earum multitudo, facillime se in crassiores aliorum corporum particulas superinducentibus: item vitrum cum arena super lamina cuprea enixius attritum, usquedum id perpolitum fiat; reddat & arenam, & simul intertrimentum vitri ac cupri, valde nigra: item corpora nigra, in lumine Solis, omnium facillime calefiant & comburantur, (qui quidem effectus partim ex multitudine refractionum in angusto spatio factarum, partim ex faciliori particularum tam exiguarum commotione, oriri potest;) & denique qui fiat, ut corpora nigra plerunque ad colorem subcæruleum accedant aliquantum; (id enim revera ita se habere, apparere poterit ex eo, quod charta alba, illuminata lumine a corporibus nigris reflexo, colore albo subcæruleo plerunque videatur:) hoc autem inde fit, quod nigror confinis sit cæruleo obscuro primi ordinis in observatione 18va descripto; ac proinde plures radios qui sint illo, quam alio ullo colore, reflectar.

In hisce descriptionibus, res singulatim & enucleatius expendere volui; propterea quod fieri forte poterit aliquando, (si non etiam nunc quadantenus id effectum sit) ut microscopia eo perfectionis perducantur, ut discerni in illis queant particulæ corporum eæ, ex quibus colores ipsorum pendeant. Etenim si microscopia vel jam sunt, vel posthac poterunt esse eo perfectionis perducta, ut corpora objecta satis distincte repræsentare queant quingentis vel sexcentis partibus ampliora, quam quanta nudis oculis, intervallo pedis unius objecta, apparere solent; equidem sperem futurum, ut gran-

grandiores particularum illarum, ex quibus colores corporum pendent, discernere possimus. Quinimo si construi queat microscopium, quod corpora objecta ad ter vel quater millies vero ampliora exhibeat; possint fortasse eæ omnes oculis cerni particulæ, exceptis quæ nigrorem efficiant. Interea nihil video ullius quidem momenti in hac materia, quod in dubium juste vocari queat; nisi id forte dubitationem aliquam habere videatur, quod statuerim particulas pellucidas; quæ eadem crassitudine & densitate sint ac tenuis lamella, exhibere utique & eosdem colores. Jam vero hoc laxe quodammodo accipi velim; tum quia particulæ istæ possunt figuris esse irregularibus, multique radii oblique in eas incidant necesse est, adeoque per eas breviori trajectu, quam secundum diametros ipsarum, transmitti debeant; tum quia medii intra istiusmodi particulas coarctati & undique anguste contenti, motus fortasse aliæve qualitates, ex quibus reflexio pendeat, coarctatione illa immutari possunt nonnihil. Et tamen hanc posteriorem causam non equidem multum suspicari possum; cum observaverim parvas quasdam lamellas lapidis specularis, quæ æquabili essent crassitudine, per microscopium inspectas, colorem eundem a marginibus & angulis suis, ubi inclusum medium terminabatur, ac in aliis sui partibus exhibuisse. Verum, utcunque id sit, permultum nobis ad dubitationem omnem tollendam conferet, si particulæ jam dictæ microscopiis tandem discerni queant. Quod fieri si poterit aliquando, metuo equidem ut unquam sensus videndi possit inde ulterius penetrare. Videtur enim fieri nullo modo posse, ut cernamus secretiora & nobiliora opera naturæ intra ipsas particulas; utique propter nimiam pelluciditatem lumen omne in interioribus sui partibus transmittentes.

PROPOSITIO VIII.

Reflexionis causa, non attribuenda est impactioni luminis in partes corporum solidas sive impervias; quomodo usque antehac creditum fuit.

APparebit hoc ex sequentibus considerationibus. Primo, In transmissu luminis e vitro in aerem, reflexio fit æque fortis, ac in transmissu ejus ex aere in vitrum; imo vero, fortior aliquanto; multoque etiam adhuc fortior, quam in transmissu ejus e vitro in aquam. Jam quidem aerem partes lumini fortius reflectendo aptas, quam aquam aut vitrum, habere; id vero nullam habet similitudinem veri. Neque tamen, si illud ipsum fingi utique posset, quicquam omnino inde porro conficeretur. Nam quum aer omnis submotus sit a posteriore vitri superficie, (puta in machina pneumatica, ab *Ottone Guericko* inventa, & a nostrate D. *Boyl.o* ad majorem utilitatem perfecta;) reflexio tamen fit æque fortis, vel etiam fortior aliquanto, quam antequam is submoveretur.

Secundo, Si lumen inter transeundum e vitro in aerem, incidat obliquius quam in angulo graduum 40 vel 41, reflectitur id in totum; sin incidat minus oblique, transmittitur utique maximam partem. Jam quidem animo & cogitatione fingi non potest; lumen, uno quodam obliquitatis gradu, satis quidem multos in aere offendere posse meatus, per quos id maximam plane partem transmittatur; & tamen alio obliquitatis gradu, prorsus in nil nisi partes solidas incurrere, quibus id totum reflectatur: præsertim cum in transeundo quidem contra ex aere in vitrum, quantumvis oblique id incidat, inveniat tamen in vitro satis multos meatus, per quos magna ex parte transmittatur. Siquis porro hic illud sibi fingere volet; lumen non utique ab aere, sed ab extremis vitri partibus, in ipsa superficie ejus

sitis,

sitis, reflecti; difficultas tamen eadem manebit: præterquam quod ea suppositio neque intellectu capi potest, atque etiam plane falsa esse insuper apparebit, si aqua modo, loco aeris, post vitrum aliqua in parte apponatur. Etenim eo pacto; quum idonea sit facta obliquitas radiorum, puta graduum 45 vel 46, qua nimirum ii reflectantur omnes illo in loco, ubi aer vitro adjaceat; utique transmittentur magnam quidem partem altero in loco, ubi vitro adjaceat aqua. Ex quo apparet, reflexionem vel transmissum radiorum, non ex impactione ipsorum in partes vitri, sed ex constitutione aeris & aquæ post vitrum jacentis, pendere.

Tertio, Si colores, quos radius luminis per prisma ad foramen in cubiculo tenebricoso positum trajectus exhibeat, incidant deinceps suo quisque ordine in aliud prisma majori interjecto intervallo ita collocatum, ut id eos omnes consimili obliquitate excipiat; utique secundi illius prismatis ad radios sibi incidentes ea poterit esse facta inclinatio, ut radii cærulei inde reflectantur universi, & tamen rubri (eadem plane obliquitate incidentes) satis copiose transmittantur. Jam, si reflexio efficiatur impactione radiorum in partes aeris aut vitri; id mihi exinde ostendas velim, qui fiat ut, cum radii omnes una eademque obliquitate incidere ponantur; cærulei quidem se in partes istas impingant universi, adeoque omnes reflectantur; & tamen rubri eodem loci in satis multos meatus incurrant, quo transmittantur plurimi.

Quarto, Ubi duo vitra se contingunt inter se; nulla fit reflexio, quæ quidem sensu percipi possit; uti in prima observatione dictum est. Et tamen nihil causæ video, quominus radii impingere se debeant perinde in partes vitri vitro contiguas, ac contiguas aeri.

Quinto, Cum summitas bullæ aquæ, (in 17^{ma} observatione,) continua subsidentia & exhalatione aquæ, valde tenuis erat facta; lumen perexiguum adeo, & sub sensum vix cadens, inde reflectebatur, ut ea valde nigra appareret;

 quan-

quanquam eodem quidem tempore, in partibus circumcirca maculæ isti nigræ adjacentibus, ubi videlicet crassior erat aqua, reflexio adeo fortis erat, ut aquam valde albam exhiberet. Neque vero in minima solummodo crassitudine, verum etiam in aliis permultis tenuium laminarum vel bullarum crassitudinibus continua proportione excrescentibus, abest omnis sensibilis reflexio: nam in observatione 15[ta] radii uno eodemque colore, transmittebantur in una crassitudine, & in alia reflectebantur, per innumerabiles vices alternas. Attamen in superficie corporis tenuis, qua parte id unius cujusvis sit crassitudinis, omnino nihilo pauciores sunt partes in quas radii se impingant, quam qua parte id alia quavis sit crassitudine.

Sexto, Si reflexio efficeretur impactione radiorum in ipsas partes corporum; utique nullo pacto fieri posset, ut tenues laminæ vel bullæ una eademque sui parte reflecterent radios uno colore, & transmitterent radios alio colore; quomodo faciunt in observationibus 13[tia] & 15[ta]. Neque enim ullo modo concipi aut fingi potest, casu & fortuito ita evenire posse, ut alio in loco radii cærulei (exempli gratia) in ipsas corporis partes se impingant, & rubri omnes incurrant in meatus; alio autem in loco, ubi corpus vel paulo crassius vel paulo tenuius fuerit, jam e contrario radii cærulei incurrant in meatus ejus, rubri autem impingant se in ipsas partes.

Denique, Si radii luminis reflecterentur impingendo se in solidas corporum partes; reflexiones eorum a politis corporum superficiebus, non possent esse tam accuratæ tamque ad certam normam directæ, quam reapse sunt. Etenim quum vitrum arena, vel stanno usto, vel pulvere Samio politur; existimari utique non potest, corpora ea, perfricando & atterendo vitrum, efficere posse ut minimæ ipsius particulæ accurate læves & perpolitæ fiant universæ; adeo ut superficies earum omnes, vere sint planæ, aut vere sphæricæ, eodemque omnes spectent, unamque omnes plane æquabilem.

lem constituant superficiem. Quanto minores erunt particulæ pulverum istorum; tanto minores quidem esse debebunt rasuræ, quibus ii vitrum perpetuo interradent & atterent, usquedum id expolitum sit: verum, quantumvis exiguæ illæ fuerint, non poterunt tamen vitri faciem alia ulla ratione complanare & coæquare, quam deterendo id & deradendo, & partes ejus prominentes defricando; adeo ut perpolire vitrum, nihil aliud sit nisi asperitatem ejus eatenus adradendo minuere & lævigare, quoad rasuræ in superficie ipsius minutiores sint factæ, quam ut oculis cerni queant. Quare, si lumen reflecteretur impingendo se in solidas partes vitri; utique dispergi deberet id quaquaversum a vitro accuratissime perpolito, æque ac ab asperrimo. Manet itaque quæstio illa, nondum plane expedita; qui fiat ut vitrum pulveribus adradentibus expolitum, tamen lumen tam ad certam normam reflectat, quam revera facit. Atque hæc quidem quæstio non videtur aliter expediri posse, quam si dicamus radii cujusvis reflexionem effici, non utique ab uno corporis reflectentis puncto, sed vi aliqua per totam corporis superficiem æquabiliter diffusa; qua nimirum id in radium ita agat, ut tamen illum non contingat immediate. Nam corporum partes, interjecto licet aliquo intervallo, agere tamen in radios luminis; id vero deinceps ostendetur.

Jam autem, si luminis reflexionis causa, non impactioni radiorum in solidas corporum partes, sed alii alicui rei tribuenda est: erit porro illud exinde verisimillimum, qui radii impingant se in solidas corporum partes, utique non reflecti eos, sed restingui intra ipsa corpora & intercidere penitus. Alioqui enim duo nobis essent fingenda reflexionis genera. Et vero, si reflecterentur radii, quotquot se in interiores aquæ vel crystalli pellucidæ particulas impingant; forent sane corpora ista, non pellucida plane, sed colore nubilo ac eluto. Porro, quo corpora videantur nigra, necesse est ut permulti radii intercipiantur, restinguantur,

& intra ipsa intercidant; veri autem non videtur simile, radiorum ullos restingui & intercidere posse, nisi qui in ipsas corporum partes sese impingant.

Atque hinc quidem id insuper intelligi potest; corpora multo esse rariora, multoque plures intra se meatus habere, quam vulgo existimatur. Utique aqua 19 partibus levior est, & consequenter 19 partibus rarior, quam aurum. Aurum autem ipsum tam est rarum, ut & facillime nulloque objecto impedimento effluvia magnetica per se transmittat, & argentum vivum facile in meatus suos recipiat, & ipsam etiam aquam per se transmittat. Nam globus ex auro concavus, aqua repletus, ac probe ferruminatus, & deinceps magna vi compressus, exsudavit aquam, (uti ex teste oculato quidem accepi,) & innumeris guttulis exiguis tanquam rorulentus undique stillavit; tametsi aurum ipsum interea nihil omnino rimæ egerit. Ex quibus omnibus efficitur, ut aurum plus habeat meatuum inter partes suas solidas, quam partium solidarum quibus meatus interjacent; & consequenter spatium vacuum in meatibus aquæ, spatium partibus solidis occupatum amplius quadragies superet. Et quicunque hypothesin aliquam excogitaverit, qua aqua tam queat rara esse, nec tamen ulla vi comprimi possit; poterit is sane, ex eadem hypothesi, aurum & aquam, aliaque omnia corpora, tanto adhuc rariora, quantum sibi ipsi libuerit, effingere. Adeo ut jam satis admodum sit spatii in corporibus omnibus pellucidis, qua lumen transitum sibi per ea liberum atque apertum reperiat.

Magnes virtutem qua in ferrum agit, sine ulla diminutione aut alteratione, integram transmittit per corpora omnia non magnetica, nec candentia; ut aurum, argentum, plumbum, vitrum, aquam. Vis gravitans Solis, transmittitur integra per ingentia planetarum corpora; ita ut eadem vi eisdemque legibus, ad ipsa usque centra, in omnes eorum partes agat, ac si partes

tes

tes illæ interiores reliquo planetæ corpore non essent circundatæ. Et radii luminis, sive sint illi exigua projecta corpuscula, sive motus solummodo vel vis aliqua propagata, moventur in lineis rectis; radiusque, cum semel, cujusvis rei oppositu, de via deflectatur, nunquam iterum, nisi forte casu aliquo, in eandem lineam rectam reverti poterit: attamen lumen per solida corpora pellucida in lineis rectis ad longa usque intervalla transmittitur. Qui fieri queat, ut corpora satis habeant meatuum ad hos effectus obtinendos, difficile quidem est conceptu; at nequaquam impossibile. Etenim, ut supra expositum est, colores corporum oriuntur ex eo, quod particulæ ipsorum reflectentes, certis sint magnitudinibus. Jam si particulas istas ita dispositas concipiamus, ut inter eas tantum intervallorum sive meatuum interjaceat, quantum sint ipsæ particulæ; ipsasque porro ita ex aliis multo minoribus particulis compositas esse, ut minores illæ particulæ habeant & ipsæ interjectum sibi meatuum tantum, quantum sunt ipsæ particulæ; hasque ipsas similiter, ita ex aliis multo adhuc minoribus particulis compositas esse, ut illæ adhuc minores particulæ habeant & ipsæ interjectum sibi meatuum tantum, quantum sunt ipsæ particulæ; & sic deinceps, donec ad solidas demum particulas deveniatur, quæ nullos omnino habeant in se meatus: sintque in aliquo corpore tres, puta, hujusmodi particularum gradus; quorum ultimus sit earum, quæ minimæ sint & plane solidæ: utique id corpus septies tantum habebit meatuum, quam quantum partium solidarum. Quod si quatuor hujusmodi fuerint particularum gradus, quorum ultimus sit minimarum & plane solidarum; jam corpus decies & quinquies tantum habebit meatuum, quam quantum partium solidarum. Si quinque fuerint particularum gradus; corpus tricies & semel tantum habebit meatuum, quam quantum partium solidarum. Si sex gradus; corpus sexagies & ter tantum habebit meatuum, quam quan-

quantum partium solidarum : & sic deinceps. Quin etiam aliæ adhuc esse possunt in interiori corporum fabricatione nobis nondum cognita rationes, quibus effici quea ut multo etiam adhuc plus meatuum in corporibus inesse possit.

PROPOSITIO IX.

Corpora reflectunt & refringunt lumen una eademque vi, diverse in diversis circumstantiis se exerente.

APparet hoc permultis ex rebus. Primo, Quia cum lumen e vitro in aerem qua possit summa cum obliquitate transit; si jam deinceps paulo adhuc obliquius incidat, reflectitur continuo in totum. Etenim vitri vis, postquam refregerit lumen quam potuerit obliquissime; si id deinceps adhuc obliquius incidat, fortior exinde evadet, quam ut radiorum ullos transire permittat; & consequenter reflectit eos ex toto. Secundo, Quia lumen in tenuibus vitri lamellis reflectitur per multas vices & transmittitur alternis, pro eo ac crassitudo lamellæ in progressione arithmetica excrescat. Hic enim, utrum vis qua vitrum in lumen agit, efficiat ut id reflectatur, an vero ut transmittatur permittat; pendet utique ex crassitudine vitri. Tertio denique, Quia quæ corporum pellucidorum superficies vim refringentem maximam habent, eæ itidem plurimum luminis reflectunt; quomodo in prima propositione ostensum est.

PRO-

PROPOSITIO X.

Si lumen celerius ſit in corporibus quam in inani, ea proportione, quæ eſt ſinuum qui corporum refractionem metiuntur; erunt utique vires corporum ad reflectendum & refringendum lumen, proportionales corporum ipſorum denſitatibus quamproxime; excepto quod corpora unctuoſa & ſulphuroſa, refringant plus quam alia corpora, quæ ſint eadem denſitate.

Repræſentet A B, [*Fig.* 8.] corporis cujuſvis ſuperficiem planam refringentem; & I C, radium incidentem ei in C valde oblique; adeo ut angulus A C I ſit quaſi infinite parvus; & eſto C R radius refractus. Tum a dato puncto B, demitte lineam refringenti ſuperficiei perpendicularem B R, quæ radio refracto C R occurrat in R. Jamque ſi C R repræſentet motum radii refracti; iſte autem motus diſtinguatur in binos motus C B & B R, quorum quidem C B parallelus ſit plano refringenti, B R autem eidem perpendicularis; utique C B repræſentabit motum incidentis radii, B R autem motum refractione generatum; ſicuti expoſuerunt nuperi de re optica ſcriptores. TAB. II.

Jam ſiquod corpus, vel res quæcunque, interea dum movetur per ſpatium datæ latitudinis duobuſque planis inter ſe parallelis utrinque terminatum, urgeatur prorſum in omnibus partibus iſtius ſpatii, viribus directo verſus poſterius planum tendentibus; & antequam incideret in prius planum, motu vel nullo vel infinite parvo fuerit eo verſus delatum: ſique vires in omnibus partibus iſtius ſpatii inter bina plana jacentibus, ſint, in æqualibus quidem intervallis ab iſtis planis, æquales inter ſe; in inæqualibus autem intervallis, majores vel minores ſecundum quamlibet datam proportionem: Utique motus viribus iſtis generatus in toto tranſitu corporis vel rei antedictæ per id ſpatium, erit in ſubduplicata proportione virium; ut mathematici facile

D d quidem

quidem intelligent. Quamobrem si spatium activitatis refringentis superficiei cujusvis corporis, sit nimirum illud spatium; debebit motus radii luminis, generatus vi refringente corporis inter transitum radii per id spatium, hoc est motus B R, esse in subduplicata proportione istius vis refringentis. Erit itaque quadratum lineæ B R, & consequenter vis refringens corporis, ut densitas ipsius corporis quamproxime. Hoc autem apparebit ex sequenti tabula: in qua proportio sinuum, qui diversorum corporum refractiones metiuntur; quadratum lineæ B R, posito quod C B sit 1; densitates corporum, ex specifica ipsorum gravitate æstimatæ; eorumque vis refractiva, respectu densitatum suarum; in diversis columnis descripta sunt.

Corpora

Corpora refringentia.	*Proportio sinuum incidentiæ & refractionis luminis flavi.*	*Quadratum lineæ* BR, *cui proportionalis est vis refringens corporis.*	*Densitas & specifica gravitas corporis.*	*Vis refringens corporis, respectu densitatis suæ.*
Pseudo-topazius, lapis naturalis, pellucidus, fragilis, hirsutus, & coloris flavi.	23 ad 14	1'699	4'27	3979
Aer.	3201 ad 3200	0'000625	0'0012	5208
Vitrum antimonii.	17 ad 9	2'568	5'28	4864
Selenites.	61 ad 41	1'213	2'252	5386
Vitrum commune.	31 ad 20	1'4025	2'58	5436
Crystallus de rupe.	25 ad 16	1'445	2'65	5450
Crystallus Islandica.	5 ad 3	1'778	2'72	6536
Sal Gemmæ.	17 ad 11	1'388	2'143	6477
Alumen.	35 ad 24	1'1267	1'714	6570
Borax.	22 ad 15	1'1511	1'714	6716
Nitrum.	32 ad 21	1'345	1'9	7079
Vitriol. Dantzicum.	303 ad 200	1'295	1'715	7551
Oleum vitrioli.	10 ad 7	1'041	1'7	6124
Aqua pluvia.	529 ad 396	0'7845	1.	7845
Gummi arabicum.	31 ad 21	1'179	1'375	8574
Spiritus vini rectificatus.	100 ad 73	0'8765	0'866	10121
Camphora.	3 ad 2	1'25	0'996	12551
Olivum.	22 ad 15	1'1511	0'913	12607
Oleum ex lini semine.	40 ad 27	1'1948	0'932	12819
Spiritus resinæ terebinthinæ.	25 ad 17	1'1626	0'874	13222
Electrum.	14 ad 9	1'42	1'04	13654
Adamas.	100 ad 41	4'949	3'4	14556

 Refra-

Refractio aeris in hac tabula, est refractio atmosphæræ ab Astronomis observata. Nam si lumen transeat per multa refringentia corpora, sive media, gradatim invicem densiora, & superficiebus inter se parallelis terminata; utique summa omnium refractionum, æqualis erit uni refractioni ei, quæ esset futura luminis immediate e primo medio in ultimum transeuntis. Hocque perinde verum erit; etiamsi corporum refringentium numerus adaugeatur infinite, eorumque distantiæ inter se tantundem minuantur, adeo ut lumen jam refringi fingatur in singulis trajectus sui punctis, continuisque illis refractionibus in lineam plane curvam inflectatur. Quamobrem tota refractio luminis inter transeundum per atmosphæram ab altissima & rarissima ejus parte ad usque infimam & densissimam, æqualis esse debet refractioni ei, quæ esset futura luminis simili obliquitate transeuntis immediate ex inani in aerem qui sit pari densitate ac infima pars atmosphæræ.

Jam quidem ex hac tabula; si refractiones pseudo-topazii, selenitis, crystalli de rupe, crystalli Islandicæ, vitri communis, (hoc est, arenæ colliquefactæ,) & vitri antimonii, (quæ sunt concreta terrestria, lapidea, alcalizata;) atque aeris, (qui, ut probabile est, generatur fermentatione ex istiusmodi corporibus;) comparentur inter se: apparebit corpora ista, quamvis densitate valde inter se differentia, tamen vires habere refractivas eadem fere proportione inter se, ac ipsas densitates suas; (excepto quod refractio miræ illius substantiæ, crystalli Islandicæ, paulo major sit quam reliquorum:) & nominatim aerem, qui est 3500 partibus rarior quam pseudo-topazius, & 4400 partibus rarior quam vitrum antimonii, & 2000 partibus rarior quam selenitis, vitrum commune, aut crystallus de rupe; non obstante tanta illa raritate, vim tamen refractivam, pro ratione quidem densitatis suæ, eandem plane habere, ac habent sibi illæ valde densæ substantiæ; excepto quatenus illæ quidem differant inter se.

Rursum,

Rursum, si refractiones camphoræ, olivi, olei ex lini semine, spiritus resinæ terebinthinæ, & electri, (quæ sunt corpora pinguia, sulphurea, unctuosa;) atque adamantis, (qui, ut probabile est, substantia est unctuosa coagulata,) comparentur itidem inter se: apparebit similiter hæc quoque corpora vires habere refractivas eadem fere proportione inter se, ac ipsas densitates suas; sine ulla quidem variatione notatu digna. At vero vires illæ refractivæ corporum horum omnium unctuosorum, pro suæ quidem cujusque densitatis ratione, duplo vel triplo majores sunt, quam vires refractivæ corporum antedictorum cum suis itidem singulorum densitatibus comparatæ.

Aqua vim refractivam intermediam quandam habet inter bina illa substantiarum genera; &, ut verisimile est, mediæ est inter utrumque naturæ. Nam ex ea quidem oritur plantarum omnium animaliumque materia; quæ constant tam ex partibus sulphureis, pinguibus, & flammæ concipiendæ aptis, quam ex terrestribus, macris, & alcalizatis.

Sales & vitriola vires refractivas intermedias habent, inter corporum terrestrium & aquæ; & perinde composita sunt ex duabus istis substantiis. Nam spiritus ipsorum distillando utique & rectificando, abeunt magnam partem in aquam; pars autem magna superest, specie ac forma terræ siccæ & fixæ & ad vitrificandum aptæ.

Spiritus vini vim refractivam mediam habet inter eam quæ est aquæ, & eam quæ est corporum oleosorum; & perinde ex utrisque videtur compositus, fermentatione utique in unum conjunctis; aqua nimirum, ope spirituum quorundam salinorum quibus imbuta est, dissolvente oleum, idque per istam actionem volatizante. Etenim spiritus vini, flammæ concipiendæ aptus fit per partes suas oleosas; & distillatus sæpe ex sale tartari, fit singulis distillationibus magis magisque aquosus & phlegmatis plenus. Et chymici observant, herbas (ut lavendulam, rutam, majoranam, &c.) distillatas per se, ante fermentandum dare utique

olea sine spiritibus ardentibus; post fermentandum autem, spiritus ardentes sine oleis: ex quo apparet, oleum ipsarum converti in spiritum fermentatione. Praeterea comperiunt chymici, si olea herbis fermentantibus affundantur parva portione, distillare ea deinceps post fermentandum, specie ac forma spirituum.

Ita, ex tabula praecedente, videntur corpora omnia vires habere refractivas eadem aut fere eadem proportione inter se, ac ipsas densitates suas; excepto quatenus particularum sulphurearum oleosarumque abundantia vel defectu, vis ea adaucta sit vel imminuta. Atque hinc quidem rationi videtur consentaneum, ut corporum omnium vis refractivae causam, particulis suis sulphureis maxima sane ex parte, si non etiam in totum, attribuamus. Veri enim simillimum est, inesse in omnibus corporibus partes sulphureas; in aliis quidem majori portione, in aliis minori. Ut autem lumen vitro ustorio coactum, agit fortissime in corpora sulphurosa, quo ea in ignem & flammam convertantur; sic, quando omnis quidem actio est reciproca, sulphura agere debent fortissime itidem in radios luminis. Nam actionem quidem, quae est inter lumen & corpora, reciprocam esse, etiam vel hinc apparere poterit; quod, ut quodque corpus densissimum est, radiosque fortissime refringit & reflectit; ita ipsum in Sole aestivo, actione luminis refracti vel reflexi, itidem maxime calefiat.

Hactenus vim reflectendi & refringendi, quae in corporibus inest, exposui; ostendique tenues pellucidas lamellas, fibras, ac particulas, pro sua cujusque crassitudine ac densitate, reflectere quidem radios diversorum generum, indeque varios colores exhibere; & consequenter, ad producendos omnes corporum naturalium colores, nihil utique aliud opus esse, nisi certas particularum suarum pellucentium magnitudines ac densitates. Verum causa ac ratio efficiens, qua istae lamellae, fibrae, sive particulae, pro sua quidem cujusque crassitudine ac densitate, reflectant eo

pacto

pacto radios diversorum generum; ea demum quæ sit, nondum explicavi. Ut huic igitur rei deinceps explicandæ, & sequenti hujus libri parti intelligendæ, viam porro sternam; paucas amplius propositiones sub finem hujus partis hic apponam. Quæ hactenus propositæ fuerunt, erant de corporum quidem natura; quæ sequuntur deinceps, erunt de natura luminis: nam amborum quidem naturam probe intellectam oportet, antequam, actiones ipsorum mutuæ quibus ex causis pendeant, intelligi queat. Quoniam autem propositio proxime antecedens, pendebat de velocitate luminis; congruum erit ut incipiamus jam deinceps a propositione, quæ sit de eadem adhuc luminis proprietate.

PROPOSITIO XI.

Lumen propagatur spatio temporis, a corporibus lucidis; impenditque in transitu suo de Sole in Terram, ad septem circiter vel octo minuta.

OBservavit hoc primus, *Roemerus*; deinde & alii; ope eclipsium Jovis satellitum. Istæ enim eclipses, quum Terra inter Solem & Jovem interposita sit, accidunt circiter septem vel octo minutis citius; quam secundum tabulas accidere debent; quum autem Terra sit ex adverso Jovi ultra Solem opposita, tum illæ circiter septem vel octo minutis tardius, quam secundum tabulas, accidunt: ea videlicet de causa, quod lumen satellitum in posteriori casu, spatium tota orbis magni diametro longius, quam in casu priori, emetiatur. Poterunt quidem aliquæ inæqualitates temporis, ex orbium istorum satellitum excentricitatibus oriri; at vero eæ non poterunt in omnibus satellitibus, & in omnibus temporibus, respondere positioni & distantiæ Telluris a Sole. Præterea, medii quidem motus satellitum Jovis, celeriores sunt inter descensum ejus ab aphelio suo ad perihelium, quam inter ascensum

ejus

ejus in altera orbis sui parte: verum neque hæc inæqualitas quicquam omnino conjuncta est cum positione Terræ; ipsaque insuper, in tribus interioribus quidem satellitibus, minor est quam quæ sensu percipi queat, uti, ex gravitatis ipsorum theoria, posito calculo, comperi.

PROPOSITIO XII.

Omnis radius luminis in transmissu suo per quamlibet superficiem refringentem, nanciscitur constitutionem quandam seu dispositionem transitoriam, qua in radii progressu aequalibus revertitur intervallis, efficitque ut is in singulis dispositionis istius accessibus, transmittatur facilius per superficiem refringentem proxime deinceps objectam; in singulis autem ejusdem intermissibus sive intervallis, reflectatur facilius ab ejusmodi superficie.

APparet hoc ex observationibus 5ta, 9na, 12ma, & 15ta. Liquet enim ex istis observationibus, radios unius ejusdemque generis, in tenuem quamlibet & pellucidam lamellam æqualibus plane angulis incidentes, reflecti & transmitti alternis per multas vices, prout crassitudo lamellæ adaucta sit in progressione arithmetica numerorum 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, &c. Adeo ut, si prima reflexio (qua nimirum annulorum coloratorum ibi descriptorum primus sive intimus efficitur) fiat in crassitudine 1, futurum sit ut radii transmittantur in crassitudinibus 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c.; eoque pacto maculam centralem annulosque lucidos per transmissionem visos conforment: reflectantur autem in crassitudinibus 1, 3, 5, 7, 9, 11, &c. eoque pacto effingant annulos per reflexionem visos. Atque hæc quidem alterna reflexio ac transmissio, quomodo ex 24ta quidem observatione collegi, amplius centenas vices adimplent. Immo, ex observationibus in sequenti parte hujus

hujus libri deſcribendis, vices ſuas alternant ad plura millia; propagatæ nimirum ab una ſuperficie laminæ vitreæ ad alteram, quamvis craſſitudo ejus ſit amplius $\frac{1}{4}$ unciæ: adeo ut vices hæ alternæ, revera in omnem diſtantiam, ſine fine aut limite, ab omni ſuperficie refringente, propagari videantur.

Pendet hæc alterna reflexio ac refractio, ab utraque ſuperficie cujuſque tenuis lamellæ; pendet enim ex diſtantia ipſarum inter ſe. Item in obſervatione 21^ma^, ſi alterutra ſuperficies tenuis lamellæ lapidis ſpecularis madefiat; colores alterna reflexione ac refractione exhibiti, langueſcunt continuo; ac proinde reflexio illa & refractio alterna, pendet ex ambabus ſuperficiebus.

Atque hinc porro conſequens eſt, effici eam in ſecunda ſuperficie. Si enim in prima ſuperficie efficeretur, antequam radii ad ſecundam pervenirent; utique non penderet ex ſecunda.

Adhæc, pendet quodam modo ex actione vel diſpoſitione aliqua, propagata a prima ſuperficie ad ſecundam: alioqui enim, jam in ſecunda ſuperficie, non penderet ex prima. Ea autem actio ſive diſpoſitio ita propagatur, ut æquis perpetuo intermittat & revertatur intervallis: efficit enim in omni progreſſu ſuo, ut radius, certa interjecta diſtantia a prima ſuperficie, reflectatur ex ſecunda; alia autem interjecta diſtantia, tranſmittatur: idque æqualibus intervallis, & per innumeras vices. Denique, quoniam hæc diſpoſitio radii ita eſt comparata, ut is reflectatur in diſtantiis 1, 3, 5, 7, 9, &c.; tranſmittatur autem in diſtantiis 0, 2, 4, 6, 8, 10, &c.; (nam ejus tranſmiſſio per primam ſuperficiem, fit in diſtantia 0; & tranſmittitur is per ambas quidem ſimul, ſi illarum diſtantia inter ſe ſit infinite parva, vel etiam multo minor quam 1:) ideo diſpoſitio ea, qua fit ut radius tranſmittatur in diſtantiis 2, 4, 6, 8, 10, &c. exiſtimanda eſt reverſio ejuſdem diſpoſitionis, quam habebat is initio in diſtantia 0, hoc eſt, cum tranſmitteretur per

primam superficiem refringentem. Quæ quidem omnia id efficiunt, quod erat mihi comprobandum.

Actio autem hæc sive dispositio, qualis tandem sit; utrum consistat in motu quodam circulatorio, an vibratorio, radii ipsius, vel etiam medii; an plane alia aliqua ex causa pendeat; in id vero ego hic non inquiro. Qui hoc in animum suum inducere non possunt, ut quicquam novi aut recens inventi accipiant, quod nequeant continuo hypothesi aliqua explicare; his in præsentia illud quidem sibi fingere licebit. Ut lapides in aquam incidentes, excitant in aqua motum quendam undulantem; & corpora omnia, percussu suo, vibrationes cient in aere: ita radios luminis, impingendo se in superficiem quamlibet refringentem vel reflectentem, excitare scilicet vibrationes quasdam in medio sive substantia refringente vel reflectente; easque excitando, agitare utique partes solidas corporis refringentis vel reflectentis; eoque pacto efficere, ut corpus id quodammodo incalescat: porro, vibrationes hoc modo excitatas, propagari inde in medio sive substantia refringente vel reflectente, eodem fere modo ac vibrationes ad efficiendum sonum propagantur in aere; moverique eas velocius utique quam ipsos radios, adeo ut illos antevertant: cumque radius aliquis sit in ea videlicet vibrationis parte, quæ cum motu suo conspiret; tum eum per superficiem refringentem facile transmitti: cum autem sit in contraria vibrationis parte, quæ scilicet motui suo obsistat; tum eum facile reflecti: & consequenter radium unumquemque ita esse comparatum, ut, vibrationibus singulis eum prævertentibus, reflectatur is facilius, vel facilius transmittatur, vicibus alternis. Verum, utrum hæc hypothesis vera sit necne; in id, inquam, ego hic non inquiro. Satis habebo, illud ipsum jam invenisse, utique luminis radios ita esse comparatos, ut aliqua ex causa alternatim reflectantur facilius, & facilius refringantur, per multas vices.

DEFI-

DEFINITIO.

Accessus sive reversiones dispositionis istius; qua fit ut quilibet radius facilius reflectatur, appello ejus vices facilioris reflexionis: *Reversiones autem dispositionis istius; qua fit ut idem facilius transmittatur, appello ejus* vices facilioris transmissus *Et spatium quod inter singulas ejusdem vicis reversiones intercedit, appello* intervallum vicium.

PROPOSITIO XIII.

Causa, quamobrem superficies corporum omnium crassorum pellucentium, luminis sibi incidentis partim reflectant; partim refringant, hæc est; quod radiorum alii, quo tempore incidunt, sint in vicibus facilioris reflexionis; alii autem, in vicibus facilioris transmissus.

COlligi potest hoc ex 24^ta^ observatione; ubi lumen tenuibus aeris & vitri laminis reflexum, quod nudo oculo æquabiliter in totis laminis album fuerat visum, in eisdem tamen per prisma inspectis undulatum videbatur, & in permultos lucis ac tenebrarum ordines pro alternis facilioris reflexionis & facilioris transmissus vicibus digestum: prismate nimirum separante & distinguente undas, ex quibus compositum erat id album reflexum lumen; quomodo supra est explicatum.

Atque hinc quidem sequitur, lumen, etiam antequam in corpora pellucida incidat, vices suas habere facilioris reflexionis & facilioris transmissus. Utique verisimillimum est, id vices istas tum nancisci, cum e corporibus lucidis primum emittitur; illasque per totum suum progressum usque retinere. Sunt enim hæ vices natura sua durabiles; uti ex sequenti parte hujus libri amplius apparebit.

In hac propositione, pono corpora pellucida esse crassa: quoniam si crassitudo corporis multo sit minor, quam est

intervallum vicium facilioris reflexionis & facilioris transmissus radiorum; amittit id corpus vim suam reflectentem. Si enim radii, qui, cum in aliquod corpus ingrediuntur, subeunt vices suas facilioris transmissus, perveniant ad posteriorem corporis istius superficiem, antequam vices istas deponant; utique transmittantur oportebit. Atque ea quidem causa est, quamobrem bullæ aquæ, quum valde tenues factæ sint, vim suam reflectentem amittant; & corpora omnia opaca, quum in partes valde exiguas sint comminuta, pellucida evadant.

PROPOSITIO XIV.

Quæ corporum pellucentium superficies, radium qui sit in vice facilioris refractionis, refringunt fortissime; ea eundem, si sit in vice facilioris reflexionis, reflectunt facillime.

ETenim ostendimus supra, (in prop. 8.) causam reflexionis non utique impactionem esse luminis in partes corporum solidas & impervias, sed aliam aliquam vim qua istæ partes solidæ agunt in lumen, interjecto aliquo intervallo. Ostendimus quoque, (in prop. 9.) corpora reflectere & refringere lumen una eademque vi diverse in diversis circumstantiis se exerente: &, (in prop. 1.) quæ superficies refringunt fortissime, eas plurimum itidem luminis reflectere. Quæ quidem omnia conjuncta, & inter se collata, evincunt & comprobant, cum hancce propositionem, tum & præcedentem.

PRO-

PROPOSITIO XV.

In radiis cujusvis unius & ejusdem generis, emergentibus in quovis angulo e quavis refringente superficie, in quodvis unum idemque medium; intervalla sequentium vicium facilioris reflexionis & facilioris transmissus, sunt, vel accurate, vel quamproxime, ut rectangulum Secantis anguli refractionis, & Secantis alius cujusdam anguli, cujus sinus videlicet sit prima ex 106 arithmeticis mediis proportionalibus inter sinus incidentiæ & refractionis, incipiendo a sinu refractionis.

Manifestum est hoc ex 7^mâ^ & 19^nâ^ observationibus.

PROPOSITIO XVI.

In radiis diversorum generum, emergentibus in æqualibus angulis e quavis refringente superficie, in unum idemque medium; intervalla sequentium vicium facilioris reflexionis & facilioris transmissus, sunt, vel accurate, vel quamproxime, ut radices cubicæ quadratorum longitudinum chordæ, quæ sonent notas illas musicas in octava, sol, la, fa, sol, la, mi, fa, sol, *una cum gradibus suis omnibus intermediis, ad colores radiorum illorum respondentibus, secundum eam similitudinem proportionum, quam in septimo experimento secundæ partis primi libri exposuimus.*

Manifestum est hoc, ex observationibus 13^tiâ^ & 14^tâ^.

PROPOSITIO XVII.

Si radii unius cujusvis generis, transeant in diversa media ad perpendiculum; intervalla vicium suarum facilioris reflexionis & facilioris transmissus in quovis uno medio, erunt ad earundem intervalla in alio quovis medio, ut sinus incidentiæ ad sinum refractionis radiorum transeuntium e primo duorum istorum mediorum in secundum.

Manifestum est hoc ex 10^ma observatione.

PROPOSITIO XVIII.

Si radii qui exhibent colorem in confinio flavi atque aurei interjacentem, transeant ad perpendiculum e quovis medio in aerem; intervalla vicium suarum facilioris reflexionis, fiunt $\frac{1}{89000}$ pars unciæ. Et ejusdem quoque longitudinis sunt intervalla vicium suarum facilioris transmissus.

Apparet hoc ex 6^ta observatione.

Ex his propositionibus facile est colligere, quanta sint intervalla vicium facilioris reflexionis & facilioris transmissus radiorum cujusvis generis refractorum in quovis angulo in quodvis medium; indeque cognoscere, utrum futurum sit ut iidem radii, cum deinceps in quodvis aliud medium pellucidum incidant, reflecti porro debeant, an transmitti. Quæ quidem res, quoniam ad sequentem hujus libri partem recte intelligendam permultum conferet, congruum erat ut hoc in loco exponeretur. Eandemque porro ob causam, binas sequentes quoque adjeci propositiones.

PRO-

PROPOSITIO XIX.

Si radii cujusvis generis, incidentes in superficiem pol tam medii cujusvis pellucidi, reflectantur; vices facilioris reflexionis, quas ii habent in puncto reflexionis, revertentur usque continuis vicibus; earumque reversiones distabunt a reflexionis puncto, spatiis quæ sint in arithmetica progressione numerorum 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c. *Inque vicium istarum intervallis, erunt radii in vicibus facilioris transmissus.*

ETenim cum vices facilioris reflexionis & facilioris transmissus, natura sint durabili; statisque antea reverterint intervallis, usquedum radius ad medium reflectens pervenerit; ibique, ut is reflecteretur, effecerint: nihil sane causæ est, quamobrem inde deinceps continuo cessarent. Jam vero si radius in puncto reflexionis, erat in vice facilioris reflexionis; utique progressio spatiorum, quibus hæ vices a puncto isto exinde distent, incipiat necesse est ab o, sitque adeo in progressione numerorum o, 2, 4, 6, 8, &c. Ac proinde progressio spatiorum alterorum, quibus videlicet intermediæ vices facilioris transmissus distent ab eodem puncto, debebit esse secundum progressionem numerorum imparium 1, 3, 5, 7, 9, &c. Contra, quam evenit tum, cum hæ vices propagentur a punctis refractionis.

PRO-

PROPOSITIO XX.

Intervalla vicium facilioris reflexionis & facilioris transmissus, propagatarum a punctis reflexionis in quodvis medium; aqualia sunt intervallis similium vicium, quas iidem radii ita utique habituri essent, si refracti forent in idem medium per angulos refractionis aquales angulis suis istis reflexionis.

ETenim quum lumen reflexum est e secunda superficie tenuium lamellarum, egreditur deinceps liberrime per primam superficiem, ad constituendos annulos colorum eos qui reflexione conspiciuntur; egrediendoque ita libere, efficit colores annulorum istorum clariores fortioresque, quam sunt ii qui ex altera parte tenuium lamellarum conspiciuntur lumine transmisso. Itaque radii reflexi, sunt in vicibus facilioris transmissus tum, cum egrediuntur: quod quidem non semper ita eveniret, si intervalla vicium intra lamellam post reflexionem, non essent æqualia, tum longitudine tum numero, intervallis earundem ante reflexionem. Hocque confirmat insuper proportiones in præcedente propositione expositas. Nam si radii, tum in ingressu tum in egressu primæ superficiei, sint in vicibus facilioris transmissus; vicium autem istarum tum intervalla tum numerus, inter primam & secundam superficiem, ante & post reflexionem, æqualia sint inter se; utique spatia, quibus vices facilioris transmissus distant ab utravis superficie, in eadem necesse est progressione sint post reflexionem, ac ante; hoc est, a prima superficie quæ transmisit radios, in progressione sint numerorum parium 0, 2, 4, 6, 8, &c.; & a secunda quæ eos reflexit, in progressione numerorum imparium 1, 3, 5, 7, &c. Verum hæ duæ propositiones, ex observationibus in sequenti parte hujus libri exponendis, multo adhuc fient evidentiores.

OPTI-

OPTICES
LIBER SECUNDUS.

PARS IV.

Observationes circa reflexiones & colores laminarum crassarum, pellucentium & politarum.

NULLUM est vitrum aut speculum, quantumvis perpolitum, quin, præter lumen quod id refringit vel reflectit regulariter, dispergat insuper quoquoversus lumen quoddam debile; per quod polita ejus facies, quum radio Solis in cubiculum tenebricosum immissô sit illuminata, facile in omnibus oculi positionibus cerni queat. Sunt au-

tem luminis hujusce quaquaversum dispersi phænomena quædam, quæ, cum ea primum observarem, magnam quidem mihi moverunt admirationem. Quæ observaverim, hujusmodi erant.

Observatio I.

Quum Sol in cubiculum meum tenebricosum per foramen ⅓ unciæ latum collucceret, radium luminis intromissum excepi ad perpendiculum speculo vitreo concavo-convexo, tornato ad sphæram pedes quinque unciasque undecim semidiametro complectentem, & argentum vivum convexa sui facie obtecto. Tum tenens chartam albam opacam, sive chartæ scapum, in centro sphærarum ad quas tornatum erat speculum; hoc est, intervallo circiter pedum quinque & unciarum undecim a speculo; tali nimirum in positu, ut radius luminis antedictus in cubiculum tenebricosum immissus, per exiguum deinceps foramen, quod esset in medio chartæ, transmitteretur ad speculum, indeque ad idem rursus foramen reflecteretur: chartam, inquam, ita tenens, observavi in ea quatuor vel quinque irides concentricas, sive colorum annulos, arcus cœlestis speciem habentes, & foramini jam dicto circundatas; eodem fere modo ac annuli illi, qui in quarta & sequentibus observationibus primæ partis hujus secundi libri inter bina vitra objectiva visi sunt, ambiebant maculam suam nigram: erant tamen hi annuli, quam illi, largiores dilutioresque. Jam quidem hi annuli, pro eo ut in amplitudinem se laxabant, dilutiores adhuc languidioresque evadebant; adeo ut eorum quintus, sub sensum vix caderet: nonnunquam tamen, cum Sol valde clarus collucceret, erant porro sexti annuli atque etiam septimi languida quædam indicia. Siquando charta distaret a speculo, intervallo multo majori multove minori sex pedum; tum annuli diluti continuo, & evanidi sunt facti. Item si speculum distaret a fenestra, intervallo multo majori quam sex

ſex pedum; reflexus luminis radius adeo latus continuo erat factus, intervallo ſex pedum a ſpeculo, quo in loco annuli videlicet apparebant, ut annulorum interiorum unus vel alter, ampliata illa radii reflexi latitudine obſcuraretur. Quamobrem ſpeculum, intervallo circiter ſex pedum a feneſtra, collocare ſolitus ſum; ut adeo apud ipſam feneſtram focus vitri incurreret in centrum concavitatis ſuæ ad annulos ſuper charta. Atque hæc quidem ſemper exiſtimanda eſt poſitio ſpeculi, in ſequentibus obſervationibus; niſi ſiquando alia aliqua nominatim exprimatur.

OBSERVATIO II.

Colores harum iridum ſuccedebant invicem a centro extrorſum, eadem ſpecie & ordine, ac illi qui in nona obſervatione primæ partis hujus libri in binis vitris objectivis, non utique reflexu luminis, ſed tranſmiſſu, viſi ſunt. Nam primo, in communi horum annulorum centro, macula erat alba, rotunda, debili lumine, latiorque aliquanto quam ipſe reflexus luminis radius: qui porro radius reflexus, incidebat interdum in mediam illam maculam; interdum autem, parva inclinatione ſpeculi, recedebat a medio maculæ, eamque ad uſque centrum albam conſpiciendam reliquit.

Maculam illam albam proxime ambiebat color leucophæus ſuſcior: cui ſucceſſerunt colores primæ iridis. Erant autem hi, ab interiore ſui parte, proxime colorem leucophæum, violaceus & indicus parva portione: deinde cæruleus; qui ab exteriore ſui parte palleſcebat, deſiitque in flavum exiguum virideſcentem: cui porro ſucceſſit flavus clarior; eique demum, ab exteriori iridis limite, ruber; qui ab exteriore ſui parte purpuraſcebat.

Primam hanc iridem proxime ambiebat ſecunda: cujus colores ab intima ſui parte extrorſum, hoc erant ordine diſpoſiti; purpureus, cæruleus, viridis, flavus, ruber clarior,

rior, ruber purpurascens.

Huic succedebant proxime colores tertiæ iridis: qui erant ordine extrorsum numerati, viridis purpurascens, viridis bonus, & ruber clarior quam præcedentis iridis.

Irides quarta & quinta, videbantur ab interiore sui parte colorem habere viridem subcæruleum; ab exteriori rubrum. Verum in hisce, colores adeo evanidi erant facti, ut discerni vix potuerint.

OBSERVATIO III.

Dimensus horum annulorum diametros quam potui accuratissime super charta, inveni illas quoque eandem inter se proportionem habere, ac annulorum in binis vitris objectivis lumine transmisso exhibitorum. Etenim diametri annulorum quatuor primorum lucidorum, dimensæ qua parte clarissimæ erant ipsorum orbitæ, intervallo sex pedum a speculo, fuerunt $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, & $3\frac{3}{8}$ unciæ; quorum quidem numerorum quadrata, sunt in progressione arithmetica numerorum 1, 2, 3, 4. Quod si macula alba rotunda, quæ est in medio, annumeretur una cum annulis; ejusque lumen in centro, ubi id clarissimum esse videtur, habeatur pro annulo infinite parvo; jam annulorum diametrorum quadrata, erunt in progressione 0, 1, 2, 3, 4, &c. Porro, dimensus obscurorum quoque annulorum, inter lucidos illos interjacentium, diametros; inveni earum quadrata in progressione esse numerorum $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, &c. Quippe diametri primorum quatuor ex his annulis, intervallo sex pedum a speculo, erant $1\frac{1}{16}$, $2\frac{1}{16}$, $2\frac{2}{3}$, ·$\frac{3}{20}$ unciæ. Quod si charta & speculum majori minorive quam diximus, inter se distarent intervallo; utique & diametri circulorum majores minoresve erant factæ, simili proportione.

OBSER.

Observatio IV.

Ex proportionum ſimilitudine, quæ erat inter hoſce annulos, & illos quos in obſervationibus primæ partis hujus libri deſcripſimus; ſuſpicatus ſum multo plures forte in ſpeculo ineſſe poſſe hujuſmodi annulos, in ſe invicem diffuſos, & quorum adeo colores mutua commixtione confuſi invicem & ita diluti eſſent facti, ut ſeparatim cerni haud poſſent. Quocirca eos per priſma inſpexi; quomodo illos in 24ta obſervatione primæ partis hujus libri feceram. Cumque priſma ita mihi eſſet collocatum, ut id refractione ſua lumen colorum inter ſe permixtorum ſepararet, annuloſque a ſe invicem diſtingueret; quomodo in 24ta illa obſervatione fecerat: utique annulos multo tum, quam antea, diſtinctius cernere poteram; atque etiam numerare eos facile ad octo vel novem, nonnunquam etiam ad duodecim vel tredecim. Quod niſi lumen ipſorum adeo debile fuiſſet; equidem nihil dubito quin multo etiam adhuc plures diſcernere potuiſſem.

Observatio V.

Cum in feneſtra priſma collocaſſem, quo intromiſſus luminis radius refringeretur, adeoque oblonga colorum imago in ſpeculum projiceretur; ſpeculum deinceps obtexi charta nigra, in qua foramen eſſet, per quod colorum unus quilibet tranſmitti poſſet ad ſpeculum, interea dum reliqui omnes charta interciperentur. Jamque vidi annulos eo ſolo colore, qui utique in ſpeculum incideret. Si ſpeculum illuminaretur colore rubro; annuli ex toto erant rubri, cum intervallis tenebroſis: ſi colore cæruleo; annuli ex toto erant cærulei: & ſimiliter in cæteris coloribus. Cumque annuli uno aliquo colore ita eſſent facti; quadrata diametrorum ſuarum, dimenſarum qua parte orbitæ ipſo-

rum clariſſimæ eſſent, erant in progreſſione arithmetica numerorum 0, 1, 2, 3, 4: & quadrata diametrorum intervallorum ſuorum obſcurorum, erant, in progreſſione numerorum intermediorum $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$. Verum ſi color mutaretur, mutabatur itidem & magnitudo annulorum. In colore rubro, annuli erant largiſſimi; in indico & violaceo, minimi; inque coloribus intermediis, flavo, viridi, & cæruleo, intermediis itidem erant annuli magnitudinibus, ad colorem nimirum reſpondentibus; hoc eſt, in colore flavo majores erant quam in viridi, inque viridi majores quam in cæruleo. Atque hinc quidem illud intellexi; cum ſpeculum albo lumine illuminatum eſſet, utique colores rubrum & flavum in exteriori parte annulorum exhibitos eſſe per radios minime refrangibiles, cæruleum autem & violaceum per radios maxime refrangibiles: item colores cujuſque annuli diffuſos eſſe utroque in colores annulorum ſibi utrinque adjacentium, quomodo ſupra in prima & ſecunda parte hujus libri expoſitum eſt; mutuaque ſui permixtione inter ſe, adeo dilutos eſſe factos, ut diſcerni invicem haud poſſent, niſi propius a centró ubi minus eſſent commixti. Etenim in hac obſervatione annulos diſtinctius, & majori etiam numero, quam antea, diſcernere potui; utique ad octo vel novem in flavo lumine, præter languidum quoddam indicium decimi. Jam autem ut id porro invenirem, quantum in ſe invicem diffunderentur & commixti eſſent annulorum diverſorum colores; dimenſus ſum diametros annulorum ſecundi & tertii; invenique eas, cum annuli illi exhiberentur in confinio colorum rubri & aurei, eam habere proportionem ad diametros eorundem annulorum in confinio cærulei & indici exhibitorum, quam habent 9 ad 8, præterpropter: difficile enim erat hanc proportionem definire accurate. Item circulos, quos in eodem annulo exhiberent ordine colores ruber, flavus & viridis; plus inter ſe differre magnitudine, quam quos per eaſdem vices exhiberent viridis, cæruleus, &

& indicus: nam circulus quidem violaceus, tenebrosior erat quam ut sensu percipi posset. Ut igitur calculum inceptum persequamur; ponamus differentias diametrorum circulorum, quos exhibent sua quisque vice colores ruber extremus, confinium rubri & aurei, confinium aurei & flavi, confinium flavi & viridis, confinium viridis & cærulei, confinium cærulei & indici, confinium indici & violacei, & violaceus extremus; eadem esse proportione inter se, ac sunt differentiæ longitudinum monochordi earum, quæ sonent notas illas in octava, *sol*, *la*, *fa*, *sol*, *la*, *mi*, *fa*, *sol*; hoc est, ac sunt numeri $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{2}{27}$, $\frac{1}{27}$, $\frac{1}{18}$. Quod si jam diameter circuli illius, quem exhibet confinium colorum rubri & aurei, sit 9 A; diameter autem ejus circuli, quem exhibet confinium cærulei & indici, sit 8 A; ut est supra dictum: utique differentia ipsarum, 9 A—8 A, ad differentiam diametrorum circulorum illorum, quos exhibent ruber extremus & confinium rubri atque aurei; erit ut $\frac{1}{18} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{2}{27}$, ad $\frac{1}{9}$; hoc est, ut $\frac{8}{27}$ ad $\frac{1}{9}$, vel 8 ad 3: ad differentiam autem diametrorum circulorum illorum, quos exhibent violaceus extremus & confinium cærulei atque indici; erit ut $\frac{1}{18} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{2}{27}$, ad $\frac{1}{27} + \frac{1}{18}$; hoc est, ut $\frac{8}{27}$ ad $\frac{5}{54}$, vel 16 ad 5. Quamobrem; hæ differentiæ, erunt $\frac{3}{8}$ A & $\frac{5}{16}$ A. Quarum jam primam adde ad 9 A, & posteriorem subduc de 8 A; habebisque diametros circulorum illorum, quos exhibent radii minime maximeque refrangibiles, nempe $\frac{75}{8}$ A & $\frac{61\frac{1}{2}}{8}$A. Sunt igitur hæ diametri inter se, ut 75 ad $61\frac{1}{2}$, vel 50 ad 41; earumque quadrata, ut 2500 ad 1681, hoc est, ut 3 ad 2 quamproxime. Quæ quidem proportio non distat à proportione diametrorum circulorum illorum, quos exhibuerunt colores ruber & violaceus extremi in 13[tia] observatione primæ partis hujus libri.

OBSER-

OBSERVATIO VI.

Cum oculum meum collocassem eo in loco, ubi annuli videbantur manifestissimi; speculi faciem conspicatus sum colorum fasciis undatam, (rubris, flavis, viridibus, cæruleis;) illarum similibus, quæ in observationibus primæ partis hujus libri inter bina vitra objectiva & in aquæ bullis visæ sunt; at amplioribus multo. Item hæ, eodem modo ac illæ, pro variis oculi positionibus, magnitudine varia videbantur; dilatantes se ac contrahentes, pro eo ut oculum meum ultro citroque moverem. Specie ac forma erant arcuum circulorum concentricorum, sicuti & illæ; cumque oculus meus positus esset ex adverso centri concavitatis speculi, (quod erat scilicet intervallo pedum 5 & unciarum 10 a speculo,) centrum ipsarum commune in eadem erat linea recta cum centro illo concavitatis, & cum foramine in fenestra. Verum in aliis oculi positionibus, centrum ipsarum alias itidem habebat positiones. Apparebant porro per lumen nubium propagatum ad speculum per foramen in fenestra: cumque Sol per id foramen colluceret speculo, lumen ejus in speculo illum semper habebat colorem, qui esset annuli in quem id incideret; verum nimio splendore suo obscurabat id annulos istos lumine nubium exhibitos, nisi quando speculum adeo longe admodum distaret a fenestra, ut Solis lumen super eo valde latum esset & languidum. Denique, cum oculi positionem variarem; eumque ultro citroque, propius longiusve a directo Solis luminis radio, moverem; color reflexi luminis Solis super speculum perpetuo variabatur eodem modo, ac super oculum meum; eodem nimirum colore se super oculum meum spectatori cuivis adstanti semper se exhibente, qui mihi ipsi in speculo videretur. Atque hinc quidem intellexi, annulos colorum illos, quos in charta videram, effectos utique fuisse ex his reflexis coloribus, propagatis nimirum a speculo ad chartam in diversis angulis;

angulis ; illorumque productionem , ex terminatione luminis atque umbræ neutiquam pendere.

Observatio VII.

Ex mira similitudinum proportione , quæ erat hisce omnibus phænomenis cum illis annulorum coloratorum supra in prima parte hujus libri descriptorum ; videbantur mihi hi colores generari in crassa vitri lamina eodem fere modo , ac illi in lamellis valde tenuibus. Etenim experiundo comperiebam , si argentum vivum de posteriore speculi facie defrictum esset , vitrum nudum eosdem usque annulos exhibere , licet eos multo quidem languidiores quam antea : & consequenter phænomenon hoc non pendere ex argento vivo ; nisi quatenus id , augendo reflexionem posterioris vitri faciei , adaugeat itidem lumen annulorum coloratorum. Comperi insuper , speculum metallicum sine vitro , ad usus opticos ante hos aliquot annos factum , & optime perpolitum , nullos hujusmodi annulos exhibuisse. Indeque id intellexi , utique annulos hosce non oriri ex una sola superficie speculari ; sed pendere ex ambabus superficiebus laminæ vitreæ in speculum adhibitæ , & ex eo quantæ esset crassitudinis ista lamina. Sicut enim , in 7^{ma}. & 19^{na}. observationibus primæ partis hujus libri tenuis lamella aeris , aquæ , aut vitri , quæ æquabili esset crassitudine , colorem alium exhibebat quum radii sibi essent perpendiculares ; alium , quum ii aliquantum obliqui essent ; alium , quum obliquiores ; alium , quum adhuc obliquiores ; & sic deinceps : ita hic , in sexta observatione hujus partis , radii qui emerserunt e vitro in diversis obliquitatibus , effecerunt , ut id diversos colores exhiberet ; & propagati inde ad chartam in istis obliquitatibus , depinxerunt in ea similiter annulos suo quemque colore. Et sicut causa , quamobrem tenuis lamella colores diversos in diversis radiorum obliquitatibus exhiberet , ea erat ; quod radii unius ejusdemque generis reflectantur a te-

nui lamella in una obliquitate, & tranſmittantur in alia radii autem aliorum generum tranſmittantur ubi hi reflectuntur, & re flectantur ubi hi tranſmittuntur: ita cauſa, quamobrem craſſa quoque lamina vitri, ſive ſpeculum, colores varios in variis obliquitatibus exhiberet, inque iſtis obliquitatibus coloires illos ad chartam propagaret: ea itidem erat; quod radi unius ejuſdemque generis emergerent è vitro in una obliquitate, in alia autem non emergerent, ſed reflecterentur a citeriore vitri facie retro ad argentum vivum; &, prout obliquitas ea major majorque fieret, emergerent iterum & reflecterentur alternis per multas vices; in una autem eademque obliquitate, radii unius generis reflecterentur, & radii aliorum generum tranſmitterentur. Liquet hoc ex quinta obſervatione hujus partis. Etenim in ea obſervatione, quum ſpeculum illuminatum eſſet uno aliquo colorum priſmaticorum; exhibuit id coloratum lumen annulos permultos in charta, eodem omnes colore, & nigris diſtinctos interordiniis; ac proinde id lumen, inter emergendum e ſpeculo, tranſmittebatur & non-tranſmittebatur alternis a ſpeculo ad chartam per multas vices, pro variis nimirum emergentiæ ſuæ obliquitatibus. Porro, quum a priſmate in ſpeculum color alius quivis projiceretur; utique annuli in charta eo ſemper facti ſunt colore, qui eſſet in ſpeculum projectus; magnitudinemque inſuper una cum colore ſuo immutabant: ac proinde lumen tranſmittebatur jam & non-tranſmittebatur alternis a ſpeculo ad chartam, in aliis, quam antea, obliquitatibus. Videbantur mihi itaque hi annuli conſimilem plane ortum habere, ac illi in tenuibus lamellis: eo tamen diſcrimine, quod illi in tenuibus lamellis oriantur ex alternis reflexionibus & tranſmiſſionibus radiorum in ſecunda ſuperficie lamellæ, poſtquam ii ſemel videlicet per lamellam tranſierint: hi autem in craſſis laminis, exhibeantur per radios, qui, ante alternam iſtam reflexionem & tranſmiſſionem, jam bis ſcilicet per laminam tranſierint; primo nimirum, cum tranſirent a citeriore vitri facie ad argentum vivum

vivum; & deinde, cum redirent ab argento vivo ad eandem iterum faciem citeriorem; qua demum in superficie, vel transmittuntur ad chartam, vel reflectuntur retro ad argentum vivum; pro eo videlicet, ac in vicibus facilioris reflexionis vel facilioris transmissus tum sint, cum ad illam pervenerint superficiem. Nam in radiis quidem illis, qui in speculum incidunt ad perpendiculum, reflectunturque in eisdem perpendicularibus lineis; in illis, inquam, radiis, propter angulorum suorum linearumque incidentiæ & reflexionis æqualitatem, vicium quidem suarum intervalla intra vitrum tum longitudine tum numero paria esse debent post reflexionem, ac ante; per propositionem 19^{nam} tertiæ partis hujus libri: ac proinde, quandoquidem omnes radii, qui ingrediuntur per primam vitri superficiem, sunt in vicibus suis facilioris transmissus tum, cum ingrediuntur; eorundem autem quotquot reflectuntur a secunda superficie, ii quidem illic in vicibus sunt facilioris reflexionis; utique iidem omnes debent iterum in vicibus suis facilioris transmissus esse tum, cum ad superficiem primam reverterint; & consequenter exire ibi e vitro ad chartam, ac depingere super ea maculam albam luminis in centro annulorum. Nam hæc quidem ratio æque valet in omnibus generibus radiorum; & consequenter radii omnium generum promiscue exire debent ad maculam illam, eamque permixtione sui omnium inter se, albam utique exhibere. At vero in illis radiis, qui reflectuntur obliquius quam ingrediuntur; in iis sane vicium suarum intervalla majora sint oportet post reflexionem quam ante, per propositiones 15^{tam} & 20^{mam}: unde ii quidem radii, fieri utique potest ut cum ad primam reverterint superficiem, in certis quibusdam obliquitatibus vices suas ibi habeant facilioris reflexionis, adeoque regrediantur ad argentum vivum; in aliis autem obliquitatibus intermediis, vices suas ibidem subeant facilioris iterum transmissus, adeoque exeant ad chartam, depingantque in ea annulos coloratos maculæ albæ circumjectos.

Quoniam autem intervalla harum vicium, in æqualibus quidem obliquitatibus, majora ac pauciora sunt in radiis minus refrangibilibus; minora autem ac plura; in radiis magis refrangibilibus: ideo radii quidem minus refrangibiles, in æqualibus obliquitatibus, annulos pauciores efficere debent, quam radii magis refrangibiles; majores autem eos, magisque expansos: hoc est, annuli rubri ampliores esse debent quam flavi, flavi quam virides, virides quam cærulei, & cærulei quam violacei; quomodo ii revera quidem in 5ta observatione apparuerunt. Quocirca primus annulorum colores omnes complectentium, maculæ albæ proxime circumjectus, debet utique ruber esse extra, intra violaceus, & in medio flavus, viridis, ac cæruleus; quomodo is in secunda quidem observatione visus est. In secundo autem annulo, & qui sequuntur deinceps, iidem colores magis magisque expansi esse debent; usquedum in se mutuo diffusi, permisceantur tandem invicem, & evanescant.

Hæ mihi videntur horum esse annulorum causæ ac rationes in universum. Hocque mihi causam dedit, ut distinctius deinceps observarem quanta esset vitri crassitudo; & considerarem utrum mensuræ ac proportiones annulorum singulatim, vere exinde, calculum ponendo, colligi possent.

Observatio VIII.

Dimensus sum igitur crassitudinem vitri hujusce concavoconvexi; invenique eam usquequaque $\frac{1}{4}$ unciæ accurate. Jam quidem, per 6tam observationem primæ partis hujus libri, tenuis lamella aeris transmittit lumen clarissimum primi annuli, hoc est, lumen flavum clarum, tum cum crassitudo sua sit $\frac{1}{89000}$ pars unciæ: per 10mam autem observationem ejusdem partis, tenuis lamella vitri transmittit idem lumen ejusdem annuli, tum cum crassitudo sua sit minor secundum eam proportionem quæ est sinus refractionis ad sinum

finum incidentiæ, hoc eft, cum craffitudo fua fit $\frac{11}{1513000}$ five $\frac{1}{137545}$ pars unciæ; pofito nimirum quod finus ifti fint ut 11 & 17. Quod fi hæc craffitudo duplicetur porro, tranfmittetur jam idem lumen clarum fecundi annuli; fi ea triplicetur, tranfmittetur jam idem lumen tertii annuli; & fic deinceps; lumine flavo claro in hifce omnibus cafibus exiftente nimirum in vicibus fuis facilioris tranfmiffus. Itaque fi multiplicetur hæc craffitudo per 34386, ut adeo evadat ea $\frac{1}{4}$ unciæ; tranfmittetur jam idem clarum lumen annuli 34386^{ti}. Finge jam hoc effe lumen illud flavum clarum, quod tranfmitti diximus in perpendiculo ab reflectente facie convexa fpeculi per concavam ejufdem faciem ad maculam albam in centro annulorum coloratorum in charta: jamque, per regulam in 7ma & 19na obfervatione primæ partis hujus libri traditam, perque propofitiones 15^{tam} & 20^{mam} tertiæ partis; fi radii fiant obliqui ad vitrum, utique craffitudo vitri qua idem lumen clarum ejufdem annuli tranfmitti poffit deinceps in quavis obliquitate, erit ad craffitudinem illam $\frac{1}{4}$ unciæ, ut fecans certi cujufdam anguli, ad radium; ejus nimirum anguli, cujus finus fit prima ex 106 mediis arithmeticis inter finus incidentiæ & refractionis, incipiendo a finu incidentiæ, quum nimirum refractio fiat e lamina cujufvis materiæ in medium fibi circumjectum, id eft, hoc quidem in cafu, e vitro in aerem. Quod fi porro vitri craffitudo ita augeatur gradatim, ut id ad primam fuam craffitudinem (quæ erat videlicet $\frac{1}{4}$ unciæ,) eas dein habeat proportiones, quas habet numerus 34386 (numerus fcilicet vicium radiorum perpendicularium inter tranfeundum per vitrum adverfus maculam albam in centro annulorum,) ad 34385, 34384, 34383, & 34382 comparate, (numeros videlicet vicium radiorum obliquorum inter tranfeundum per vitrum adverfus annulos colorum, primum, fecundum, tertium, &

& quartum;) illa autem prima vitri craſſitudo diviſa ſit in 100000000 partes æquales, utique craſſitudines adauctæ, erunt 100002908, 100005816, 100008725, & 100011633; & anguli, quorum hæ quidem craſſitudines ſunt ſecantes, erunt 26′ 13″, 37′ 5″, 45′ 6″, & 52′ 26″, radio nimirum exiſtente 100000000; quorum porro angulorum ſinus ſunt 762, 1079, 1321, & 1525; & proportionales ſinus refractionis, 1172, 1659, 2031 & 2345; radio nimirum exiſtente 100000. Nam cum ſinus incidentiæ e vitro in aerem ſint ad ſinus refractionis, ut 11 ad 17; ad ſecantes autem ſupra dictos, ut 11 ad primam ex 106 mediis arithmeticis inter 11 & 17, hoc eſt, ut 11 ad $11\frac{6}{106}$; utique ſecantes iſti erunt ad ſinus refractionis ut $11\frac{6}{106}$ ad 17, & ex hac analogia dabunt adeo ſinus iſtos. Quare ſi obliquitates radiorum ad concavam vitri ſuperficiem tales ſint videlicet, ut ſinus refractionis ipſorum in tranſeundo e vitro per iſtam ſuperficiem in aerem, ſint 1172, 1659, 2031, & 2345; utique lumen clarum annuli 34386ti, emerget e vitro in iis craſſitudinibus, quæ ſint ad $\frac{1}{4}$ unciæ, ut 34386 ad 34385, 34384, 34383, & 34382 comparate. Proinde, ſi vera vitri craſſitudo in hiſce omnibus caſibus ſit (ut in ſpeculo noſtro erat) $\frac{1}{4}$ unciæ; utique lumen clarum annuli 34385ti, ibi emerget, ubi ſinus refractionis ſit 1172; & annulorum 34384ti, 34383tii, ac 34382di, ibi, ubi ſinus iſte ſit 1659, 2031, & 2345 comparate. Porro in hiſce angulis refractionis propagabitur horum annulorum lumen a ſpeculo ad chartam, ibique depinget annulos ambientes maculam illam luminis albam rotundamque in centro, quæ erat (ut diximus) lumen annuli 34386ti. Et ſemidiametri horum annulorum ſubtendent angulos refractionis, factos in concava ſpeculi ſuperficie. Ideoque diametri ipſorum, erunt ad diſtantiam chartæ a ſpeculo; ut ſinus iſti refractionis duplicati, ad radium; hoc eſt, ut 1172, 1659, 2031, & 2345 dupli-

duplicati, ad 10000. Quocirca si intervallum, quo charta distet a concava speculi superficie, sit (ut in tertia harum observationum erat) sex pedum; utique diametri annulorum hujus luminis flavi clari in charta depictorum, erunt 1'688, 2'389, 2'925, & 3'375 unciæ. Sunt enim hæ diametri, ad senos pedes; ut supra dicti sinus duplicati, ad radium. Jam vero hæ diametri annulorum flavorum clarorum, computando repertæ; eædem plane sunt, ac illæ quas in tertia harum observationum reperimus dimetiendo; quæ erant videlicet $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, & $3\frac{3}{8}$ unciæ. Itaque theoria, qua colliguntur horum annulorum proportiones, ex crassitudine laminæ vitreæ sive speculi, & ex obliquitate radiorum emergentium; convenit plane cum ipsis observationibus. Cæterum in hac quidem computatione, diametros clarorum annulorum quos exhibuit lumen colorum universorum, æquales statui diametris annulorum eorum quos scilicet exhibuit lumen flavum clarum: etenim ex illo flavo lumine consit pars clarissima annulorum, qui sint colorum universorum. Quod si adhæc mensuras diametrorum annulorum illorum, quos alius quivis color purus videlicet & simplex exhibeat, accurate colligere cupias; utique id facile efficere poteris, ponendo diametros istas esse ad diametros annulorum flavorum clarorum, in subduplicata proportione intervallorum vicium radiorum istis coloribus, cum nimirum radii ii omnes æqualiter inclinati sint ad superficiem refringentem vel reflectentem quæ vices illas excitarit: hoc est, ponendo diametros annulorum quos exhibent radii in extremis limitibus colorum illorum septem, rubri, aurei, flavi, viridis, cærulei, indici & violacei, utique proportionales esse radicibus cubicis numerorum illorum, 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$, qui denotant videlicet longitudines monochordi eas, quæ sonent notas musicas in octava. Etenim hoc pacto, diametri annulorum istis coloribus, comperientur eam quamproxime inter se habere proportionem, quam secundum quintam harum observationum plane habere debent.

Atque

Atque his quidem rationibus satis mihi visus sum comprobasse, annulos hosce ejusdem esse generis eundemque ortum habere, ac illos qui in tenuibus visi fuerant lamellis; & consequenter dispositiones radiorum sive vices illas alternas facilioris reflexionis faciliorisque transmissus, propagari utique ab omni reflectente & refringente superficie ad longa usque intervalla. Nihilo tamen minus, ne hæc res ullam videretur habere posse dubitationem, sequentem observationem insuper adjeci.

Observatio IX.

Si annuli isti pendent (uti dictum est) ex crassitudine laminæ vitri; diametri ipsorum in æqualibus distantiis a diversis speculis sive vitri laminis concavo-convexis talibus, quæ sint ad eandem sphæram tornatæ, debebunt esse reciproce in subduplicata proportione crassitudinum laminarum ipsarum vitri. Quare si in eis illa proportio experiundo fuerit comperta; erit sane perfecte absoluta demonstratio, annulos hosce (sicuti & illos in tenuibus lamellis exhibitos) pendere ex vitri crassitudine. Comparabam mihi igitur aliam vitri laminam concavo-convexam, ad eandem sphæram, ac erat prior lamina, utraque sui facie tornatam. Ejus crassitudo erat $\frac{5}{62}$ partes unciæ; & diametri trium primorum annulorum clarorum, qua parte lucidissimæ essent ipsorum orbitæ, erant, intervallo quidem sex pedum a vitro, unciarum 3, $4\frac{1}{6}$, & $5\frac{1}{8}$. Jam quidem crassitudo prioris vitri, utique $\frac{1}{4}$ unciæ, erat ad hujus crassitudinem, ut $\frac{1}{4}$ ad $\frac{5}{62}$, hoc est, ut 31 ad 10, vel 310000000 ad 100000000; quorum quidem numerorum radices, sunt 17607 & 10000. Quam autem proportionem habet prima harum radicum ad secundam; eandem habent 3, $4\frac{1}{6}$, & $5\frac{1}{8}$, nempe diametri annulorum clarorum exhibitorum in hac observatione a vitro tenuiori; ad $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, & $2\frac{11}{12}$, diametros scilicet eorundem annulo-

nulorum sunt reciproce in subduplicata proportione crassitudinum laminarum ipsarum vitri.

Itaque in laminis vitri, quæ quidem similiter concavæ sint ex una sui facie, & similiter convexæ ex altera, & argento vivo facies suas convexas similiter obtectæ, nihilque plane præterquam crassitudine sola inter se differant; diametri annulorum sunt reciproce in subduplicata proportione crassitudinum laminarum ipsarum. Atque hinc satis quidem apparet, pendere utique annulos ex utrisque vitri superficiebus. Pendent nimirum ex convexa superficie; quia lucidiores sunt quum ea superficies argento vivo obtecta sit, quam quum nuda. Pendent itidem ex concava superficie; quia in speculo, quod tali superficie careat, ii nulli sunt. Pendent denique ex ambabus superficiebus, earumque distantia inter se; quia, variata solummodo illa distantia, variatur itidem & annulorum magnitudo. Hoc autem, quod pendeant annuli isto modo ex ambabus vitri superficiebus, simile plane est ac quæ supra dicta sunt de eo quemadmodum colores tenuium laminarum pendeant ex superficierum suarum binarum distantia inter se: quippe & magnitudo horum annulorum, eorumque proportio inter se, item magnitudinis suæ variatio ex vitri crassitudinis variatione orta, colorumque suorum ordo, talia plane sunt, qualia oriri utique debent ex propositionibus in fine tertiæ partis hujus libri subjunctis; quæ nimirum propositiones deductæ erant ex phænomenis colorum tenuium lamellarum in prima parte descriptis.

Alia adhuc sunt aliqua annulorum horum coloratorum phænomena: verum sequuntur ea omnia ex iisdem propositionibus: ideoque confirmant tum veritatem propositionum istarum, tum analogiam quæ est inter hosce annulos & illos in tenuibus lamellis exhibitos. Nonnulla phænomenorum istorum hic subjungam.

Observatio X.

Quum Solis luminis radius reflecteretur a ſpeculo, non directo ad foramen in feneſtra, ſed ad locum parvo inde intervallo diſtantem; centrum commune maculæ albæ ante dictæ, & annulorum omnium coloratorum, incidit in medio intervallo inter radium luminis incidentis & radium luminis reflexi; & conſequenter in ipſo adhuc centro ſphæricæ concavitatis ſpeculi, quandocumque charta, qua annuli colorati excipiebantur, poſita eſſet in eo centro. Pro eo autem, ut radius luminis reflexi, inclinando videlicet ſpeculum, recedebat magis magiſque a radio luminis incidentis, & a communi centro annulorum coloratorum inter duos iſtos radios interjacente; ita annuli iſti in amplitudinem perpetuo excreſcebant, itemque macula illa alba rotunda: & novi annuli colorati emergebant ordine e centro ipſorum communi; & macula illa alba facta eſt albus annulus novis illis annulis circumjectus; & radii luminis incidens ac reflexus, ſemper incidebant in partes annuli iſtius albi ſibi invicem e diametro oppoſitas, ibique in ejus circuitu ſpeciem duorum parheliorum, qualia in corona Solem ambiente nonnunquam videntur, lumine ſuo exhibebant. Itaque diameter iſtius annuli, pertingens videlicet a medio luminis ejus ex una parte ad medium luminis ejus ex altera parte, ſemper æqualis erat intervallo ei, quod inter mediam partem radii incidentis & mediam partem radii reflexi interjaceret, dimenſo nimirum ſuper charta in qua annuli videbantur. Porro, radii qui annulum iſtum formabant, reflectebantur a ſpeculo in angulis qui eſſent æquales angulis ſuis incidentiæ, & conſequenter angulis ſuis refractionis, qua ingrediebantur in vitrum: attamen anguli ſui reflexionis, non erant in eodem plano cum angulis ſuis incidentiæ.

Observatio XI.

Colores novorum annulorum contrario erant ordine diſpoſiti, ac primorum. Oriebantur autem hoc modo. Macula luminis alba rotunda in medio annulorum, permanſit alba ad uſque centrum; uſquedum intervallum id, quo radii incidens & reflexus diſtabant inter ſe in charta, factum eſſet circiter $\frac{7}{8}$ unciæ; tumque deinde macula ea, tenebroſa fieri cœpta eſt in media ſui parte. Cum autem illud radiorum intervallum, factum eſſet porro circiter $1\frac{3}{16}$ unciæ; tum macula iſta alba fiebat deinceps annulus, ambiens ſcilicet maculam rotundam tenebroſam, quæ in media ſui parte colorem ipſa trahere cœpit violaceum atque indicum. Annuli autem lucidi, maculam hanc novam ambientes, facti erant jam æquales annulis illis tenebroſis, qui in quatuor primis obſervationibus hoſce ipſos ſinguli ſingulos proxime ambierant; hoc eſt, macula alba erat jam factus annulus albus, æqualis primo annulorum illorum tenebroſorum; & primus annulorum illorum lucidorum, factus erat jam æqualis ei, qui fuerat ſecundus tenebroſorum; & ſecundus annulorum illorum lucidorum, æqualis jam ei, qui fuerat tertius tenebroſorum: & ſic deinceps. Etenim diametri annulorum lucidorum, erant jam $1\frac{7}{16}$, $2\frac{1}{16}$, $2\frac{2}{3}$, $3\frac{3}{20}$, &c. unciæ.

Quum radiorum incidentis ac reflexi diſtantia inter ſe, paulo adhuc major eſſet facta; emergebat deinde e medio maculæ nigræ jam dictæ, poſt colorem illum indicum, cæruleus; & deinceps ex eo cæruleo, viridis palleſcens; brevi autem poſtea, flavus quoque & ruber. Cumque color ad centrum clariſſimus eſſet, nempe inter flavum ac rubrum; utique annuli lucidi, æquales tum erant facti annulis lucidis illis, qui in quatuor primis obſervationibus hoſce proximo deinceps ordine ſinguli ſingulos ambierant; hoc eſt, macula alba in medio annulorum illorum, factus

 erat

erat jam annulus albus, æqualis primo annulorum illorum lucidorum; & primus annulorum illorum lucidorum, æqualis jam ei qui fuerat eorundem secundus; & sic deinceps. Etenim diametri annuli albi, cæterorumque annulorum lucidorum ei circumjectorum, erant jam circiter $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, $3\frac{3}{8}$; &c. unciæ.

Quum radiorum incidentis ac reflexi distantia inter se in charta, paulo etiam adhuc major esset facta; emergebant deinde ordine e centro, post colorem rubrum antedictum: purpureus, cæruleus, viridis, flavus, & ruber multum admodum purpurascens. Cumque color in centro clarissimus esset, nempe inter flavum ac rubrum; utique priores colores, indicus, cæruleus, viridis, flavus, & ruber, facti erant jam iris sive annulus coloratus, æqualis primo annulorum illorum lucidorum, qui in quatuor primis observationibus apparuerant; & annulus albus supra memoratus, qui jam erat secundus annulorum lucidorum, æqualis erat factus secundo priorum illorum annulorum lucidorum; & primus annulorum illorum lucidorum, qui jam erat tertius, æqualis erat factus ei qui fuerat tertius illorum; & sic deinceps. Etenim diametri eorum, erant jam $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, $3\frac{3}{8}$, &c. unciæ. Distantia autem duorum luminis radiorum inter se, & diameter annuli albi, erant $2\frac{1}{3}$ unciæ.

Quum horum duorum radiorum distantia inter se, usque etiam adhuc major esset facta; emergebat deinde e medio rubri purpurascentis, primo macula rotunda obscurior; postea autem, e medio hujus, alia macula clarior. Jamque colores illi proxime antecedentes (purpureus, cæruleus, viridis, flavus, & ruber purpurascens,) facti erant annulus æqualis primo annulorum illorum lucidorum in quatuor primis supra observationibus memoratorum; annulique huic circumjecti, æquales annulis illi circumjectis, comparate. Distantia autem duorum luminis radiorum inter se, & diameter annuli albi, (qui jam tertius erat factus annulus,) erant circiter 3 unciarum. Post-

Posthæc, colores annulorum in medio, valde diluti cœpti sunt videri. Et, si distantia duorum illorum luminis radiorum inter se, adhuc semuncia, vel uncia adjecta, major usque esset facta; utique annuli isti in medio, evanescebant penitus; permanente tamen aliquandiu annulo albo antedicto, una cum singulis binisve annulorum sibi utrinque proxime adjacentium. Verum si duorum radiorum luminis distantia illa inter se, etiam adhuc major esset facta; jam & hi quoque annuli evanescebant. Nam lumen quod e diversis partibus foraminis in fenestra, incidebat in speculum in diversis angulis incidentiæ; fecit jam annulos diversarum magnitudinum, qui sese invicem diluebant expungebantque. Id quod intellexi, intercipiendo partem aliquam istius luminis. Etenim quum ea illius pars intercepta esset. quæ propius distaret ab axe speculi; annuli continuo videbantur contractiores: quum pars ea, quæ longius ab isto axe distaret; videbantur ii magis dilatati.

OBSERVATIO XII.

Cum colores prismate exhibiti, projicerentur per vices super speculum; annulus ille, qui in duabus proxime præmissis observationibus albus fuerat, una jam eademque magnitudine erat in omnibus coloribus. At annuli extra eum jacentes, majores quidem erant in colore viridi quam in cæruleo, in flavo adhuc majores, maximique omnium in rubro; & e contrario, annuli intra eum jacentes, minores erant in colore viridi quam in cæruleo, in flavo adhuc minores, minimique omnium in rubro. Etenim in illo quidem albo annulo; quoniam anguli reflexionis radiorum, æquales essent angulis suis incidentiæ; utique radii cujusque reflexi vices intra vitrum post reflectendum, æquales erant rum longitudine tum numero, vicibus ejusdem radii intra vitrum ante incidendum in superficiem reflectenrem: ac proinde, quando omnes quidem radii omnium generum, tum

cum in vitrum ingrederentur, erant in vice sua facilioris transmissus; utique erant itidem in vice facilioris transmissus tum, cum ad eandem superficiem post reflectendum revertissent; & consequenter transmittebantur iterum, exibantque ad annulum album super charta. Atque hæc quidem causa est, quamobrem annulus ille unam eandemque haberet magnitudinem in singulis coloribus, & in permixtione universorum albus appareret. Atqui in aliis annulis, quorum quidem radii aliis reflectuntur angulis; utique radii minime refrangibiles, quoniam vicium suarum intervalla maxima habent, efficiunt ut annuli, qui sint suo colore, grandioribus quam cæteri augeantur vel minuantur intervallis, in progressione sua utroque, ab annulo illo albo, sive ad exteriora versus, sive ad interiora; adeoque annuli isto colore, maximi sint extra, intra autem minimi. Atque hæc quidem causa est, quamobrem in observatione proxime præmissa, cum speculum illuminatum esset lumine albo, annuli exteriores, coloribus universis exhibiti, apparerent rubri extra, & cærulei intra; interiores autem, cærulei extra, & rubri intra.

Hæc sunt phænomena crassiorum vitri laminarum concavo-convexarum, quæ quidem una eademque usquequaque sint crassitudine. Alia sunt earundem phænomena, cum eæ paulo crassiores sint ex una parte quam ex altera; & alia adhuc, cum eæ magis minusve concavæ sint quam convexæ, vel cum sint plano-convexæ, vel utrinque convexæ. Etenim in istis omnibus casibus, exhibent eæ annulos quidem coloratos; sed varia ratione. Quæ quidem omnia, quatenus ego quidem adhuc observaverim, consequuntur ex propositionibus in fine tertiæ partis hujus libri subjunctis; adeoque ad veritatem propositionum istarum confirmandam faciunt. Verum enimvero phænomena illa, multipliciora sunt; & computationes, quibus ea ex dictis propositionibus deducuntur, perplexiores; quam ut ea hoc in loco amplius persequar. Satis habebo hanc materiam eatenus me in præsenti

ſenti eſſe proſecutum, ut, quibus quidem ex cauſis id genus phænomena oriuntur, invenerim; hocque inveniendo, propoſitiones in tertia parte hujus libri traditas ſatis confirmarim.

Observatio XIII.

Ut lumen reflexum a lente argento vivo faciem ſuam poſteriorem obtecta, exhibet annulos colorum ſupra deſcriptos; ita id, tranſeundo itidem per guttam aquæ, ſimiles colorum annulos efficere debet. Nempe, inter primam reflexionem radiorum intra guttam; colorum alii tranſmitti debent, ſicuti in lente; alii autem, reflecti ad oculum. Exempli gratia: Si diameter guttulæ ſive globuli aquæ, ſit circiter 500^ma pars unciæ; ut adeo radius ruber, inter tranſeundum per medium iſtum globulum, habeat intra globulum 250 vices facilioris tranſmiſſus; radii autem rubri omnes, qui radium illum medium certo interjecto intervallo ambiunt circumcirca, habeant intra globulum 249 vices; ſimileſque radii omnes, majori quodam circumcirca interjecto intervallo, habeant 248 vices; radiique ſimiles, adhuc majori quodam circumcirca interjecto intervallo, 247 vices; & ſic deinceps: utique concentrici hi radiorum circuli, poſt tranſmiſſionem ſuam, incidentes in chartam albam, depingent in ea circulos rubros concentricos; ita quidem, ſi id luminis, quod per unum ſolum globulum tranſmittatur, ſatis forte ſit ut ſenſu percipi queat: &, ſimili ratione, radii aliorum colorum, annulos itidem aliorum colorum exhibebunt. Finge jam, die ſereno, Solem collucere per tenuem nubeculam ex iſtiuſmodi globulis aquæ vel grandinis conſtantem; globuloſque iſtos eadem eſſe omnes magnitudine; jamque Sol per nubeculam iſtam conſpectus, cinctus utique videbitur concentricis colorum annulis, talibus ac diximus; eritque diameter primi annuli rubri, graduum $7\frac{1}{4}$; ſecundi, graduum $10\frac{1}{4}$; & tertii, 12, 33′; & pro eo ut aquæ globuli

li majores minoresve fuerint, ita hi quoque annuli majores erunt facti vel minores. Hæc quidem est theoria: eique optime congruit experientia. Etenim mense Junio 1692, vidi per reflexionem in vase aquæ stagnantis, tres Halos, coronas, sive annulos coloratos circum Solem, speciem præbentes trium parvarum iridum, idem cum Sole centrum habentes. Colores primæ sive interioris coronæ sive Halo, erant cæruleus intra adversus Solem, ruber extra, & albus in medio inter cæruleum ac rubrum. Colores secundæ, erant purpureus ac cæruleus intra, extra ruber pallescens, & viridis in medio. Colores tertiæ, erant cæruleus pallescens intra, & extra ruber pallescens. Hæ coronæ, erant sibi invicem proxime circumjectæ; adeo ut colores ipsarum a Sole extrorsum, hoc essent continenter ordine dispositi: cæruleus, albus, ruber; purpureus, cæruleus, viridis, flavus pallescens, ruber; cæruleus pallescens, & ruber pallescens. Diameter secundæ coronæ, dimensa ab usque medio flavi ac rubri ex una parte Solis, ad medium ejusdem coloris ex altera parte, erat graduum $9\frac{1}{3}$ circiter. Ad diametros primæ atque tertiæ dimetiendas, spatium temporis non habui: videbatur autem diameter primæ, esse circiter 5 aut 6 graduum; & tertiæ, circiter 12. Harum similes coronæ, videntur nonnunquam & circum Lunam; nam in principio Anni 1664, Feb. 19^no^, vesperi, duas istiusmodi coronas Lunam ambientes conspicatus sum. Diameter primæ, sive interioris, erat circiter trium graduum; & secundæ, quinque graduum cum dimidio. Proxime circum Lunam circulus erat albus; quem deinceps ambiebat corona interior, quæ intra (proxime circulum illum album) colore erat viridi subcæruleo, flavo autem ac rubro extra; hancque demum ambiebat corona exterior, quæ colore erat cæruleo ac viridi intra, extra autem rubro. Videbatur quoque eodem tempore, Halos; intervallo graduum circiter 22, 35′, a centro Lunæ. Erat ea elliptica; ejusque diameter longior, perpendicularis erat horizonti, in inferiore sui parte discedens longius

longius a Luna. Audivi narratum, tres pluresve interdum coronas colorum concentricas Lunam ex ordine proxime ambire viſas fuiſſe. Utique quo magis æquales fuerint inter ſe globuli antedicti aquæ vel glaciei; eo plures apparere debebunt colorum coronæ, eoque clariores videbuntur ipſarum colores. Cæterum Halos illa, quæ Lunam intervallo graduum $22\frac{1}{2}$ ambiebat, alius eſt generis. Equidem ex eo, quod illa elliptica eſſet, longiuſque a Luna diſcederet in inferiore ſui parte quam in ſuperiore; colligere mihi videor, productam fuiſſe eam refractione in grandine aliqua vel nive aeri innatante, & ſitu quidem ad horizontem parallelo diffuſa; angulo refringente, exiſtente nimirum graduum circiter 58 vel 60.

OPTICES
LIBER TERTIUS.

Obſervationes circa reflexiones radiorum luminis, & colores inde generatos.

OBſervavit *Grimaldus*, ſi Solis luminis radius immittatur in cubiculum tenebricoſum per foramen perexiguum; futurum ut umbræ corporum in iſto lumine poſitorum latiores ſint, quam deberent utique eſſe, ſi radii in rectis lineis prope corporum iſtorum extrema tranſirent; itemque umbras iſtas ternis inter ſe parallelis luminis colorati limbis, faſciolis, ſive ordinibus, fimbriatas viſum iri: verum ſi id foramen

largius ſit factum ; tum fimbrias illas in latitudinem ſe laxare ; & inter ſe permiſceri invicem , ut adeo diſcerni amplius haud queant. Exiſtimarunt nonnulli , umbras haſce latiores , fimbriaſque coloratas , ortum ſuum habere ex conſueta aeris refractione. At hi quidem de re haud ſatis explorata judicarunt : etenim circumſtantiæ hujuſce phænomeni , quatenus ego quidem eas obſervaverim , hujuſmodi fuerunt.

OBSERVATIO I.

In lamella plumbea foramen exiguum acicula feci , cujus latitudo eſſet $\frac{1}{42}$ unciæ : nam 21 quidem ejuſmodi acicularum in ordinem compoſitæ, ſemunciam explebant latitudine. Per id foramen immiſi in cubiculum meum tenebricoſum, Solis luminis radium ; compcrique umbras capillorum, filorum, acicularum, ſtramenti, aliorumque id genus parvorum corporum, in illo luminis radio poſitorum, multo eſſe latiores, quam deberent utique eſſe, ſi radii luminis prope corporum iſtorum extrema in lineis rectis tranſirent: & nominatim capillum humanum, cujus latitudo eſſet duntaxat $\frac{1}{280}$ unciæ, in illo lumine collocatum, intervallo circiter duodecim pedum a foramine, umbram projeciſſe, quæ, intervallo quatuor unciarum a capillo, haberet in latitudinem $\frac{1}{60}$ partem unciæ, hoc eſt, amplius quatuor partibus latior eſſet quam ipſe capillus ; intervallo autem duorum pedum a capillo, haberet in latitudinem circiter $\frac{1}{28}$ unciæ, hoc eſt, decem partibus latior eſſet quam ipſe capillus ; & intervallo decem pedum, haberet in latitudinem $\frac{1}{8}$ unciæ, hoc eſt, 35 partibus latior eſſet quam ipſe capillus.

Nec refert utrum capillus aere circundatus ſit, an alia quavis materia pellucida. Etenim, cum laminam vitream perpolitam madefeciſſem, capillumque in aqua ſuper id vitrum poſuiſſem, aliamque deinde laminam vitream perpolitam ſuperimpoſuiſſem, ut adeo aqua repleret id omne ſpatii

tii quod inter vitra interjaceret; tenui laminas hasce in radio luminis antedicto, ita ut lumen per vitra ad perpendiculum transiret; jamque umbra capilli, iisdem iterum interjectis intervallis, eandem, ac ante, magnitudinem habebat. Porro rasuræ, quæ forte in politis vitri laminis inessent, umbras itidem projiciebant, multo utique quam fieri debuit, latiores: itemque venæ in ejusmodi politis vitri laminis, umbras latiores similiter projiciebant. Quare nimia harum umbrarum latitudo, non ex aeris scilicet refractione, sed omnino ex alia aliqua causa oriatur necesse est.

Sit igitur circulus X, [*Fig.* 1.] capilli pars media: A D G, B E H, & C F I, tres radii, transeuntes prope unum latus extremum capilli, in diversis distantiis: K N Q, L O R, & M P S, alii tres radii, transeuntes prope alterum latus extremum capilli, in similibus distantiis: D, E, F, & N, O, P, loca ubi radii inflectuntur inter transeundum prope capillum: G, H, I, & Q, R, S, loca ubi radii incidunt in chartam G Q: I S, latitudo umbræ capilli projectæ in chartam: & T I, V S, duo radii, transeuntes sine inflectendo, (quum nimirum capillus submotus sit,) ad puncta I & S. Jam quidem manifestum est, lumen id omne, quod inter binos illos radios T I & V S intervenit, inflecti inter transeundum prope capillum, & detorqueri ex umbra I S. Quippe siqua pars ejus luminis non inflecteretur; incideret utique in chartam intra illam umbram, eamque ibi illuminaret; contra, quam experientia comperimus. Et quoniam, quando charta magno intervallo distet a capillo, umbra valde lata est; ideoque radii T I & V S, magno intervallo distant inter se: sequitur utique capillum agere in radios luminis etiam majusculo quidem interjecto intervallo præter se transeuntes. At vero agit is fortius in radios propius se transeuntes; eaque actio ita languescit gradatim, prout radii majoribus interjectis intervallis transeunt; quomodo rem in schemate expressam habes. Etenim hinc fit, ut umbra capilli multo latior sit, pro ratione quidem distantiæ chartæ TAB. I.

a capillo, tum quum charta propius a capillo distet, quam quum longius.

OBSERVATIO II.

Umbræ corporum omnium, (metallorum, lapidum, vitri, ligni, cornu, glaciei, &c.) in hoc lumine collocatorum, fimbriatæ erant ternis inter se parallelis luminis colorati limbis, sive fasciis; quarum quidem fimbriarum ea, quæ esset umbræ contigua, latissima erat ac luminosissima; quæ autem ab umbra maxime distaret, ea & angustissima erat, tamque debilis, ut ægre cerni potuerit. Colores ipsarum difficile erat discernere & distinguere inter se; nisi quum lumen exciperetur valde oblique charta lævi, vel alio aliquo corpore albo, æquo ac plano; quod scilicet efficeret ut ii multo, quam alioqui, latiores apparerent. Tumque colores manifesto se exhibebant conspiciendos, hoc ordine. Prima sive interior fimbria, colore erat violaceo ac cæruleo saturo proxime umbram; deinceps cæruleo claro, viridi, ac flavo, in media sui parte; & rubro, extra. Secunda fimbria, ferme contigua erat primæ; & tertia, secundæ: ambæ autem, cæruleæ erat intra, & flavæ rubræque extra; verum colores ipsarum languidi erant admodum, tertiæ præsertim. Colores itaque ab usque umbra, hoc erant ordine dispositi; violaceus, indicus, cæruleus pallescens, viridis, flavus, ruber; cæruleus, flavus, ruber; cæruleus pallescens, flavus pallescens, & ruber. Umbræ bullularum & rasurarum, quæ forte in politis laminis vitri inessent, erant itidem similibus luminis colorati limbis fimbriatæ. Item, si laminæ vitreæ, quales ad specula solent adhiberi, sectæ in obliquum prope extrema sua, collocentur in antedicto luminis radio; utique id lumen, quod per parallelas transibit vitri facies, fimbriatum erit istiusmodi colorum limbis, qua parte eæ planæ facies committuntur cum planitie illa in obliquum secta; hocque pacto apparebunt nonnunquam quatuor vel quinque fimbriæ

fimbriæ colorum. Sint videlicet A B, C D, [*Fig.* 2.] facies speculi parallelæ; & B D, planities secta in obliquum, quæ scilicet cum facie A B in angulo valde obtuso committatur ad B. Transeat jam id omne lumen, quod inter radios E N I & F B M intervenit, recta per planas vitri facies inter se parallelas, incidatque in chartam inter I & M; quodque inter radios G O & H D intervenit, refringatur id omne per planitiem B D in obliquum sectam, incidatque in chartam inter K & L. Jamque lumen id, quod transit recta per planas vitri facies inter se parallelas, inciditque in chartam inter I & M; fimbriatum erit tribus pluribusve limbis colorum, ad M. TAB. I.

Simili denique ratione, siquis Solem per plumam vel tæniam nigram oculo proxime applicatam intueatur; videbit is multos arcus coloratos; umbris nimirum, quas fibræ vel fila illa tenuia in tunicam retinam projiciunt, ejusmodi fimbrias colorum sibi adjunctas habentibus.

OBSERVATIO III.

Quum capillus distaret à foramine, intervallo duodecim pedum; incideretque umbra ejus oblique in planam albamque scalam unciarum partiumque unciæ, ultra capillum intervallo semipedali collocatam; itemque eadem umbra exciperetur deinceps ad perpendiculum super eadem scala, interjecto pedum novem intervallo: dimensus sum latitudinem umbræque & fimbriarum, quam potui accuratissime; invenique eas partibus unciæ descriptas, hujusmodi esse.

Intervallo

	Intervallo semipedali.	*Intervallo novempedali.*
Latitudo umbræ.	$\frac{1}{54}$	$\frac{1}{9}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum interiorum ex utraque parte umbræ ſitarum interjaceret.	$\frac{1}{38}$ vel $\frac{1}{39}$	$\frac{7}{50}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum mediarum ex utraque parte umbræ ſitarum interjaceret.	$\frac{1}{23\frac{1}{2}}$	$\frac{4}{17}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum exteriorum ex utraque parte umbræ ſitarum interjaceret.	$\frac{1}{18}$ vel $\frac{1}{18\frac{1}{2}}$	$\frac{3}{10}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum primæ & ſecundæ interjaceret.	$\frac{1}{120}$	$\frac{1}{21}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum ſecundæ & tertiæ interjaceret.	$\frac{1}{170}$	$\frac{1}{31}$
Latitudo partis lucidæ (ſcilicet colorum viridis, albi, flavi, ac rubri,) fimbriæ primæ.	$\frac{1}{170}$	$\frac{1}{32}$
Latitudo ſpatii obſcurioris, inter fimbrias primam & ſecundam.	$\frac{1}{240}$	$\frac{1}{45}$
Latitudo partis lucidæ, fimbriæ ſecundæ.	$\frac{1}{290}$	$\frac{1}{55}$
Latitudo ſpatii obſcurioris, inter fimbrias ſecundam & tertiam.	$\frac{1}{340}$	$\frac{1}{63}$

Has

Has mensuras collegi, excipiendo umbram capilli adeo oblique super scalam intervallo semipedali objectam, ut illa duodecim partibus latior appareret, quam cum ad perpendiculum in eandem scalam eodem interjecto intervallo incideret; tumque deinceps inscribendo in tabula, partes duodecimas latitudinum eo modo observatarum.

Observatio IV.

Quum umbra fimbriæque projicerentur oblique super corpus album, æquum atque planum; idque corpus ab capillo removeretur gradatim; fimbria prima sensu percipi cœpta est, clariorque lumine reliquo videri, intervallo minore quam quartæ partis unciæ unius ab capillo; & linea obscura, sive parva umbra inter primam illam & secundam fimbriam, cerni cœpta est intervallo minore quam tertiæ partis unciæ. Fimbria secunda sub aspectum venire cœpit, intervallo minore a capillo quam unciæ dimidiatæ; & umbra inter secundam illam ac tertiam fimbriam, intervallo minore quam unciæ integræ; & tertia ipsa fimbria, intervallo minore quam trium unciarum. Majoribus deinceps interjectis ab capillo intervallis, multo adhuc manifestius sub sensum ceciderunt hæ fimbriæ; attamen easdem quam proxime latitudinum suarum intervallorumque retinebant proportiones, ac quum apparerent primum. Etenim distantia inter mediam partem primæ fimbriæ, ac secundæ; ad distantiam inter mediam partem secundæ, ac tertiæ; erat ut tria ad duo, vel decem ad septem. Harumque duarum distantiarum posterior, æqualis erat latitudini luminis clari, sive partis luminosæ, fimbriæ primæ. Eaque latitudo, ad latitudinem luminis clari fimbriæ secundæ, erat ut septem ad quatuor; & ad intervallum obscurum fimbriarum primæ ac secundæ, ut tria ad duo; & denique ad simile intervallum obscurum fimbriarum secundæ ac tertiæ, ut duo ad unum. Videbantur enim fimbriarum latitudines, esse in progressione

numerorum 1, $\sqrt{\frac{1}{3}}$, $\sqrt{\frac{1}{5}}$; earumque intervalla in eadem esse progressione, ac ipsæ; hoc est, fimbriæ ipsæ, simulque earum intervalla, esse in continua progressione numerorum 1, $\sqrt{\frac{1}{2}}$, $\sqrt{\frac{1}{3}}$, $\sqrt{\frac{1}{4}}$, $\sqrt{\frac{1}{5}}$, quamproxime. Atque hæ quidem proportiones eædem fere permanserunt, in omnibus distantiis a capillo. Nam intervalla obscura fimbriarum, pro ratione quidem latitudinis fimbriarum ipsarum, æque lata erant tum cum primum apparerent, ac quum postea longe distarent a capillo; quamvis non æque tenebrosa utique & distincta.

OBSERVATIO V.

Cum Sol in cubiculum meum tenebricosum per foramen $\frac{1}{4}$ unciæ latum collucerct; collocavi, interjecto duorum triumve pedum intervallo, plagulam chartæ conspissatæ, denigratam ex utraque sui parte, & in cujus medio foramen erat quadratum circiter $\frac{1}{4}$ unciæ quoquoversus, per quod radius Solis transmitteretur. Tum deinde ad id foramen laminam cultri præacuti chartæ isti conspissatæ ita agglutinavi pice, ut ea luminis per foramen transmissi partem aliquam interciperet. Erant autem plana chartæ conspissatæ & laminæ cultri, parallela inter se, & radiis luminis ad perpendiculum objecta. Jamque cum hæc ita essent collocata, ut nihil luminis in ipsam chartam conspissatam incideret, sed transmitteretur radius totus per foramen ad cultrum; ibique partim incideret in laminam cultri, partim prope aciem ejus transiret; excepi luminis partem eam, quæ prope aciem cultri transierat, super charta alba deinceps, intervallo duorum triumve pedum, ultra cultrum collocata: ibique vidi duas luminis languidioris radiationes, utroque versus e luminis radio illo in umbram, tanquam caudas cometarum, se emittentes. Verum, quoniam directum Solis lumen, nimia sua claritate super chartam, obscurabat languidiores hasce radiationes, adeo ut ægre eas discernere potuerim; pertudi adhuc & hanc chartam, ut Solis lumen & illic per parvum fora-

foramen tranſmiſſum, incideret demum in pannum nigrum ulterius collocatum; jamque binas illas radiationes ſuper charta, manifeſto admodum ſum conſpicatus. Erant hæ conſimiles plane inter ſe; & propemodum pares etiam longitudine ac latitudine, & quantitate luminis. Lumen ipſarum, qua parte id directo Solis lumini adjacebat, ſatis erat forte, circiter ad $\frac{1}{4}$ vel $\frac{1}{2}$ unciæ; indeque, pro eo ac a directo illo lumine recedebat, minuebatur gradatim, uſquedum penitus ad ſenſum evaneſceret. Tota longitudo utriuſvis harum radiationum, dimenſa ſuper chartam intervallo trium pedum a cultro, erat circiter ſex vel octo unciarum; adeoque ſubtendebat angulum ad aciem cultri, circiter 10 vel 12 vel ſummum 14 graduum. Nonnunquam tamen videbar mihi videre, lumen ipſarum ad tres vel quatuor gradus adhuc ulterius ſe emittere; verum adeo valde languidum illud, ut & id vix diſcernere potuerim, & etiam ſuſpicatus ſim inſuper, poſſe id forſitan oriri (ex parte ſaltem) alia aliqua ex cauſa, quam duas ipſas videlicet radiationes. Etenim collocans oculum meum eo in lumine, ultra extremitatem radiationis illius quæ eſſet poſt tergum cultri; oculumque dirigens ad cultrum; diſcernere poteram in acie ejus, lineam quandam luminoſam: idque non modo cum oculus meus in eadem ſitus eſſet linea cum ipſis radiationibus illis; verum etiam cum extra lineam iſtam poſitus eſſet, ſive ad mucronem cultri, ſive ad manubrium verſus. Videbatur linea illa luminoſa, contigua eſſe aciei cultri; anguſtiorque erat, quam lumen fimbriæ interioris; & anguſtiſſima quidem tum eſt viſa, cum oculus meus a directo lumine longiſſime diſtaret; ideoque tranſire videbatur inter lumen fimbriæ illius interioris, ac aciem ipſam cultri; quæque ejus pars proxime aciem tranſiret, eam judicavi eſſe maxime indexam, quanquam non quidem omnem.

OBSERVATIO VI.

Collocavi alium cultrum prope priorem, ita ut acies ipſorum parallelæ eſſent inter ſe, & invicem obverſæ; radiuſque luminis incideret in ambos ſimul cultros, ejuſque pars aliqua inter acies ipſorum tranſmitteretur. Cumque acies ipſorum diſtarent jam inter ſe circiter $\frac{1}{400}$ parte unciæ; radius inter acies tranſmiſſus diſpertivit ſe medium in binas partes, umbramque reliquit binis iſtis ſui partibus interjacentem. Umbra illa adeo nigra erat & tenebroſa, ut lumen id omne prorſus, quod inter cultros tranſiret, inflexum videretur, & vel in hanc vel in illam partem detortum. Et prout cultri ad ſe invicem propius admoverentur; ita umbra illa latior erat facta, radiationeſque antedictæ contrahebant ſeſe in brevitatem ab interioribus ſuis extremitatibus propius umbram; donec, cum cultri tandem ſe inter ſe contingerent, lumen totum penitus evaneſceret in umbram.

Atque hinc quidem id colligo; utique luminis illud, quod eſt minus inflexum, proficiſciturque ad interiores radiationum extremitates, tranſire videlicet præter cultrorum acies majuſculo interjecto intervallo; idque intervallum, tum quum umbra inter binas illas radiationes apparere incipit, eſſe circiter $\frac{1}{400}$ partem unciæ: quod autem luminis tranſit propius & propius acies cultrorum; id utique magis adhuc magiſque eſſe inflexum, proficiſcique ad eas videlicet radiationum partes, quæ ſint a directo lumine longius longiuſque remotæ; quippe, quando cultri ad ſe invicem propius admoveantur uſque dum contingant plane inter ſe, eæ ſemper radiationum partes evaneſcunt poſtremæ, quæ fuerint a directo lumine maxime remotæ.

OBSER-

Observatio VII.

In quinta observatione, fimbriæ non apparebant: sed, propter nimiam foraminis in fenestra latitudinem, adeo latæ erant factæ, ut sibi invicem intermiscerentur, adeoque in unum coirent continuum lumen in principio radiationum. Verum in sexta observatione, prout cultri ad se mutuo admoverentur propius, paulo antequam umbra inter binas radiationes appareret, cerni cœptæ sunt fimbriæ ab interioribus extremitatibus radiationum ex utraque parte directi luminis; tres videlicet ex una parte, factæ ab acie unius cultri; & tres ex altera parte, factæ ab acie alterius cultri. Distinctissimæ tum erant, cum cultri a foramine in fenestra maximo distarent intervallo; & quanto angustius factum esset id foramen, tanto adhuc distinctiores videbantur istæ fimbriæ; adeo ut, ultra ternas supra memoratas, cernere nonnunquam potuerim languidum aliquod indicium etiam quartæ. Porro, pro eo ac cultri propius ad se invicem admoverentur; ita fimbriæ distinctiores perpetuo amplioresque evadebant, usquedum evanescerent. Prima omnium evanescebat fimbria exterior, deinde media, postremo interior. Cumque omnes porro evanuissent; lineaque luminosa intermedia, valde lata esset facta, extendens sese utroque in radiationes illas in quinta supra observatione memoratas; cœpit deinceps apparere umbra antedicta in medio hujus lineæ, eamque mediam divisit in binas lineas luminosas, ipsaque augebatur porro usque, donec totum lumen evanesceret. Utique tanta erat hæc fimbriarum amplificatio, ut radii qui ad fimbriam interiorem proficiscuntur, viderentur amplius viginti partibus magis esse inflexi tum, quum illa prope esset ut evanesceret, quam quum cultrorum alter esset submotus.

Atque ex hac quidem & superiore observationibus inter se collatis, id colligo: utique lumen primæ fimbriæ tran-

fiisse præter cultri aciem, interjecto intervallo majore quam $\frac{1}{800}$ partis unciæ; lumenque secundæ fimbriæ transiisse majore intervallo interjecto, quam fecerat lumen primæ; lumenque tertiæ, majori adhuc intervallo quam lumen secundæ, lumen autem radiationum illarum in quinta & sexta observationibus descriptarum, transiisse propius cultrorum acies, quam fecerat ulla fimbriarum.

Observatio VIII.

Cum duos cultros ita acui jussissem, ut acies eis admodum exactæ atque rectæ essent datæ; mucronesque ipsorum ita in tabulam infixissem, ut acies eorum & essent invicem obversæ, & concurrentes prope a mucronibus angulum rectilineum continerent inter se: manubria eorum deinceps, interposita picis massula, interjunxi; ne posset angulus iste torquendo variari. Distantia acierum cultrorum inter se, intervallo quatuor unciarum a puncto angulato ubi acies istæ concurrebant, erat $\frac{1}{8}$ unciæ; ideoque angulus, quem acies inter se concurrentes continerent, erat circiter gradus 1, 54′. Cultros hoc modo conjunctos, collocavi in radio Solis immisso in cubiculum meum tenebricosum per foramen $\frac{1}{42}$ parte unciæ latum; collocabam autem eos ita, ut intervallo decem vel quindecim pedum ab isto foramine distarent. Jamque excipiens id lumen, quod inter acies cultrorum transmitteretur, valde oblique super normam albam ac lævem, intervallo semunciæ vel unciæ a cultris; vidi ibi fimbrias, quas effecerunt binæ cultrorum acies, porrectas secundum extremas cultrorum umbras in lineis ad umbrarum istarum extremitates parallelis, nec quicquam (quod quidem sensu percipi posset) se in latitudinem laxantes, donec concurrerent tandem in angulis qui essent æquales angulo isti quem continerent inter se binæ cultrorum acies; ubi autem ita concurrebant & coibant, ibi sine decussando penitus terminabantur. Verum si

ſi norma jam multo majori intervallo a cultris diſtaret; fimbriæ, ubi longius aberant a concurſu ſuo, latitudine erant paulo minori; & latiores fiebant aliquanto, prout ad ſe invicem propius accedebant; cumque coirent, decuſſabantur deinceps, multoque quam antea fiebant uſque latiores.

Unde id colligo; utique diſtantias, quibus fimbriæ præter cultrorum acies tranſeunt, non augeri vel immutari appropinquatione mutua cultrorum inter ſe; verum angulos quidem, in quibus radii ibi inflectuntur, multum augeri iſta cultrorum appropinquatione; cultrumque qui ſit propior alicui radio, eum quidem determinare quam in partem inflectendus ſit iſte radius; cultrum autem alterum, ei inflexionem iſtam adaugere.

Observatio IX.

Cum radii inciderent valde oblique ſuper normam, intervallo $\frac{1}{3}$ unciæ a cultris; linea obſcura inter primam & ſecundam fimbriam umbræ cultri unius, & linea obſcura inter primam & ſecundam fimbriam umbræ cultri alterius, concurrebant inter ſe, intervallo $\frac{1}{5}$ unciæ ab extremo illo lumine quod inter cultros in acierum ſuarum concurſu tranſmittebatur. Ideoque diſtantia acierum cultrorum inter ſe, qua parte hæ lineæ obſcuræ concurrebant, erat $\frac{1}{160}$ pais unciæ. Nam ut quatuor unciæ, ad $\frac{1}{8}$ partem unciæ: ita eſt quævis longitudo acierum cultrorum, a puncto concurſus ſui dimenſa, ad diſtantiam acierum iſtarum inter ſe, qua parte eæ interjecto longitudinis iſtius intervallo a puncto concurſus diſtant: nimirum ita eſt $\frac{1}{5}$ pars unciæ, ad $\frac{1}{160}$ partem unciæ. Itaque lineæ illæ obſcuræ ſupra memoratæ, concurrunt in medio ejus luminis, quod inter cultrorum acies tranſmittitur qua parte eæ diſtant inter ſe $\frac{1}{160}$ partem unciæ. Parſque dimidia ejus luminis tranſit præter aciem cultri unius, intervallo non majore $\frac{1}{320}$ partis unciæ, incidenſque in chartam exhibet ibi fimbrias umbræ cultri iſtius: pars autem altera

ra dimidia ejus luminis, transit præter aciem cultri alterius; intervallo itidem non majori $\frac{1}{110}$ partis unciæ; incidensque in chartam, exhibet ibi fimbrias umbræ cultri alterius. Verum si charta illa, qua radii excipiantur, distet a cultris intervallo majori quam $\frac{1}{3}$ partis unciæ; jam lineæ obscuræ supra memoratæ, concurrent inter se majori intervallo, quam $\frac{1}{5}$ partis unciæ, ab extremo illo lumine quod inter cultros in acierum suarum concursu transmittitur: ideoque lumen quod incidit in chartam, qua parte lineæ istæ obscuræ concurrunt inter se, transmittitur jam ipsum quidem inter cultros qua parte acies ipsorum distant inter se amplius $\frac{1}{180}$ parte unciæ.

Etenim, alio quodam tempore, cum iidem bini cultri collocati intervallo octo pedum ac quinque unciarum a parvo foramine in fenestra, quod acicula (ut supra) feceram; lumen quod incidebat in chartam qua parte lineæ obscuræ supra memoratæ concurrebant inter se, transmissum erat tunc inter cultros qua parte acies ipsorum distarent inter se intervallis in sequenti tabula expressis, quum nimirum charta a cultris distaret intervallis in eadem itidem tabula descriptis.

Distantiæ chartæ a cultris, mensura unciaria expressæ.	*Distantiæ acierum cultrorum inter se, partibus unciæ millesimis expressæ.*
$1\frac{1}{2}$	0'012.
$3\frac{1}{3}$.	0'020.
$8\frac{3}{5}$.	0'034.
32.	0'057.
96.	0'081.
131.	0'087.

Atque

Atque hinc quidem id colligo; lumen, quod fimbrias exhibet in charta, non utique idem esse lumen in omnibus distantiis chartæ a cultris; sed quum charta propius ad cultros admota sit, tum scilicet fimbrias oriri ex radiis qui & propius præter acies cultrorum feruntur, & inflectuntur magis, quam quum charta majori interjecto intervallo a cultris distet.

Observatio X.

Quum cultrorum umbrarum fimbriæ inciderent ad perpendiculum in chartam magno intervallo objectam; videbantur ex hyperbolarum forma ac specie, mensurasque habebant illas quæ sequuntur. Sint C A & C B, [*Fig.* 3.] TAB. I. lineæ in charta ductæ, cultrorum aciebus parallelæ, & inter quas lumen omne inter cultros transmissum incideret utique, si id inter cultrorum acies plane sine inflectendo foret transmissum. Sitque D E, linea recta per punctum C ducta; qua & anguli A C D, B C E, inter se fiant æquales: & lumen id omne, quod incidit in chartam a puncto ubi cultrorum acies concurrunt, terminetur. Porro, sint *e i s*, *f k t*, & *g l v*, tres lineæ hyperbolicæ, repræsentantes terminum umbræ cultri unius, lineam obscuram inter fimbrias primam & secundam istius umbræ, & lineam obscuram inter fimbrias secundam & tertiam ejusdem umbræ: & *x i p*, *y k q*, & *z l r*, aliæ tres lineæ hyperbolicæ, repræsentantes terminum umbræ cultri alterius, lineam obscuram inter fimbrias primam & secundam umbræ istius, & lineam obscuram inter fimbrias secundam & tertiam ejusdem umbræ. Finge tres hasce hyperbolas, similes & æquales esse tribus prioribus, easque in transversum secare in punctis *i*, *k*, & *l*; umbrasque cultrorum terminari, & a primis fimbriis luminosis distingui, lineis *e i s* & *x i p*; usque eo donec fimbriæ illæ inter se concurrant; & sese mutuo in transversum secent; tumque deinde lineas istas fimbriis ipsis incurrere, & tan-

tanquam totidem lineas tenebrosas secare eas in obliquum; terminantes deinceps primas luminosas fimbrias ab interiore sui parte, easque distinguentes ab alio quodam lumine, quod incipit porro apparere in *i*, illuminatque totum spatium triangulum *i p* D E *s*, definitum lineis illis obscuris & linea recta D E. Jam quidem harum hyperbolarum asymptotos una, est linea ipsa D E; alteræ autem earundem asymptoti, parallelæ sunt lineis C A & C B. Sit igitur *r v* linea ducta ubivis super chartam, parallela asymptoto D E; secetque hæc linea lineas rectas A C in *m* & B C in *n*, & lineas sex hyperbolicas obscuras in punctis *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, *u*. Jamque dimetiendo distantias *p s*, *q t*, *r v*; indeque colligendo longitudines ordinatarum *n p*, *n q*, *n r*, vel *m s*, *m t*, *m v*; idque in diversis distantiis lineæ *r v* ab asymptoto D E: utique invenire poteris quot libuerit puncta harum hyperbolarum; indeque intelligere, lineas hasce curvas, esse scilicet hyperbolas, parum admodum distantes ab hyperbolis conicis: item dimetiendo lineas C *i*, C *k*, C *l*; invenire poteris alia harum curvarum puncta.

Exempli gratia: Cum cultri distarent a foramine in fenestra, decem pedibus; chartaque a cultris, pedibus novem; angulusque quem continebant inter se cultrorum acies, cui nimirum æqualis est angulus A C B, subtenderetur chorda quæ esset ad semidiametrum ut 1 ad 32; lineaque *r v* distaret ab asymptoto D E, uncia dimidiata: dimensus sum lineas *p s*, *q t*, *r v*; invenique eas, 0'35, 0'65, 0'98 partes unciæ comparate; addendoque ad earum dimidias lineam $\frac{1}{2}$ *m n*, (quæ hic erat $\frac{1}{128}$ pars unciæ, sive 0'0078;) summæ *n p*, *n q*, *n r*, erant 0'1228, 0'3328, 0'4978 unciæ. Dimensus sum quoque distantias fimbriarum, quæ porrigebant se inter *p q* & *s t*, *q r* & *t v*, & proxime ultra *r* & *v*; qua parte nimirum lumen ipsarum cujusque clarissimum erat: invenique eas 0'5, 0'8, & 1'17 uncias.

OBSER-

Observatio XI.

Cum Sol in cubiculum meum tenebricosum collucercet per parvum rotundum foramen, quod in lamina plumbea feceram tenui acicula, ut supra; collocavi ad id foramen prisma, quo lumen refringeretur, depingeretque in opposito pariete imaginem coloratam talem, qualem in tertio experimento primæ partis primi libri descripsimus. Tumque inveni umbras corporum omnium in lumine illo colorato inter prisma & parietem collocatorum, fimbrias sibi habere ejus solummodo coloris, qui esset luminis in ista corpora eo tempore projecti. In lumine rubro saturo, fimbriæ hæ erant ex toto rubræ; nihil quicquam habentes, quod quidem sensu percipi posset, coloris cærulei aut violacei. Contra, in lumine cæruleo saturo, erant eædem ex toto cæruleæ; nihil sibi habentes, quod quidem sensu percipi posset, coloris rubri vel flavi. Similiter, in viridi lumine, erant eædem ex toto virides; excepto quod paululum tum in eis inesset coloris flavi ac cærulei, qui nimirum colores in viridi prismatis lumine erant adhuc aliqua portione admixti. Porro, comparans inter se fimbrias in luminibus diversorum colorum exhibitas; observavi eas, quæ essent in lumine rubro exhibitæ, omnium esse maximas: quæ in lumine violaceo, minimas; quæque in lumine viridi, magnitudine intermedias. Etenim, cum fimbrias, quæ capilli humani umbræ adhærerent, dimetirer in transversum umbræ, intervallo sex unciarum a capillo; distantia inter partem mediam sive luminosissimam primæ sive interioris fimbriæ ex una parte umbræ, & partem eandem fimbriæ consimilis ei ex opposito respondentis ex altera parte umbræ, erat in lumine quidem rubro saturo $\frac{1}{37\frac{1}{2}}$ pars unciæ; in lumine autem violaceo saturo, $\frac{1}{46}$. Item similis distantia inter medias sive lumi-

noviſſimas partes ſecundarum fimbriarum, ex utraque parte umbræ, erat, in lumine quidem rubro ſaturo, $\frac{1}{22}$; in violaceo autem, $\frac{1}{27}$ pars unciæ. Atque hæ quidem diſtantiæ fimbriarum inter ſe, eandem plane proportionem retinebant in omnibus diſtantiis a capillo, ſine ulla variatione quæ quidem ſenſu percipi potuerit.

Itaque radii, ex quibus fimbriæ iſtæ compoſitæ erant in lumine rubro, tranſibant præter capillum, majori interjecto intervallo, quam ii, ex quibus ſimiles compoſitæ erant fimbriæ in lumine violaceo. Quare capillus, in fimbriis iſtis conformandis, agebat ſimiliter in lumen rubrum, ſive radios minime refrangibiles, majori interjecto intervallo; ac in lumen violaceum, ſive radios maxime refrangibiles, minori interjecto intervallo: ſuaque iſta videlicet actione, digerebat lumen rubrum in fimbrias ampliores, violaceum in contractiores, radioſque coloribus intermediis in fimbrias magnitudinibus comparate intermediis; nihil interim omnino immutato luminis ullum genus colore.

Quum igitur capillus in prima ac ſecunda harum obſervationum, collocatus eſſet in radio albo luminis ſolaris; umbramque projiceret, ternis luminis colorati limbis fimbriatam; utique colores iſti non oriebantur ex novis ullis modificationibus, quas capillus ſcilicet radiis luminis impreſſerit; ſed ex variis duntaxat inflexionibus, quibus radii diverſorum generum a ſe invicem ſepararentur: qui quidem radii ante ſeparandum, compoſuerant, permixtione colorum ſuorum omnium inter ſe, radium album luminis ſolaris; verum quandocunque ſint a ſe invicem ſeparati, conſtituunt lumina diverſis illis coloribus, quibus ii exhibendis ſinguli natura apti ſunt facti. In hac undecima obſervatione, ubi colores jam erant ante a ſe invicem ſeparati, quam lumen præter capillum tranſiret; radii minime refrangibiles, qui, quandocunque ſint a reliquis ſeparati, colorem rubrum exhibent,

bibent, inflectebantur majori jam intervallo distantes a capillo; adeo ut ii ternas fimbrias rubras exhiberent, majori intervallo distantes à media parte umbræ capilli: radii autem maxime refrangibiles, qui, quandocunque sint a reliquis separati, colorem violaceum exhibent, inflectebantur minori jam intervallo distantes a capillo; adeo ut hi ternas fimbrias violaceas exhiberent, minori intervallo distantes a media parte umbræ capilli: & radii intermediis refrangibilitatis gradibus, inflectebantur intermediis jam intervallis distantes a capillo; adeo ut illi fimbrias intermediis coloribus exhiberent, intermediis intervallis distantes a media parte umbræ capilli. In secunda autem observatione, ubi colores universi permixti sunt inter se in lumine albo prope capillum jam transeunte; colores illi separantur ibidem per varias radiorum inflexiones: fimbriæque quas ii singuli exhibent, apparent simul omnes. Fimbriæque interiores, contiguæ existentes inter se, conficiunt unam fimbriam latam, ex coloribus universis ordine dispositis constantem; colore violaceo nimirum jacente ab interiori parte fimbriæ, proxime umbram; rubro ab exteriori parte fimbriæ, remotissime ab umbra; & cæruleo, viridi, ac flavo, in media parte fimbriæ. Item fimbriæ mediæ, ex coloribus singulis ordine itidem dispositis constantes, & contiguæ jacentes inter se, conficiunt similiter aliam fimbriam latam, ex coloribus universis compositam. Fimbriæque exteriores denique, ex coloribus singulis ordine dispositis constantes, & contiguæ jacentes inter se, conficiunt tertiam fimbriam latam, ex universis itidem coloribus compositam. Hæ sunt ternæ illæ fimbriæ luminis colorati, quibus in secunda observatione corporum omnium umbræ terminantur.

Cum præmissas observationes facerem, statueram mecum plerasque earum majori cum accuratione iterare, aliasque aliquas de novo insuper adjicere; quo nimirum id exploratum tandem haberemus, quem in modum & qua ratione radii luminis inflectantur inter transeundum prope corporum omnium extrema, ad conficiendas fimbrias illas

coloratas cum lineis suis obscuris interjectis. Verum ab hisce studiis tum forte avocatus sum; & non possum id nunc in animum meum inducere, ut ad studia hæc intermissa iterum me referam. Quare, cum hanc instituti mei partem non absolverim; concludam, proponendo solummodo Quæstiones aliquas, quibus alii postea in hac materia ulterius prosequenda dirigi queant.

QUÆSTIO I.

ANnon corpora agunt in lumen, interjecto aliquo intervallo; suaque illa actione, radios ejus inflectunt? Eoque fortior (cæteris paribus) est illa actio, quo id intervallum est minus?

QUÆSTIO II.

Annon radii, qui differunt inter se refrangibilitate, iidem flexibilitate quoque inter se differunt? Et diversis suis singulorum inflexionibus ita porro a se invicem separantur, ut ordinatim exinde in ternas illas fimbrias coloratas digerantur, supra memoratas? Item, Quemnam in modum inflectuntur radii, ad fimbrias illas conformandas?

QUÆSTIO III.

Annon radii luminis, inter transeundum prope corporum extremitates, inflectuntur sæpius ultro citroque, motu quodam undante ac sinuoso, instar anguillæ? Ternæque luminis colorati fimbriæ supra memoratæ, ex ternis istiusmodi inflexionibus oriuntur?

QUÆSTIO IV.

Annon radii luminis, qui in corpora incidentes, reflectuntur vel refringuntur, inflecti incipiunt antequam ad corpora ipsa perveniunt? Et reflectuntur, refringuntur, atque inflectuntur, una eademque vi, varie se in variis circumstantiis exerente?

QUÆSTIO V.

Annon corpora ac lumen agunt in se mutuo: corpora videlicet in lumen, emittendo id, reflectendo, refringendo, & inflectendo; lumen autem in corpora, ad ea calefacienda scilicet, motumque vibrantem, in quo calor consistit, in partibus ipsorum excitandum?

QUÆSTIO VI.

Annon corpora nigra calorem de lumine ideo facilius, quam corpora colorata, concipiunt; quia luminis id, quod in illa incidit, non reflectitur extra, sed ingreditur in ipsa corpora, intraque ea reflectitur ac refringitur sæpius atque iterum usque eo, donec restinguatur penitus & intercidat?

QUÆSTIO VII.

Annon ejus actionis, quæ mutua est inter lumen & corpora sulphurosa, vis illa fortior & validior superius memorata, partim in causa est, quamobrem corpora sulphurosa ignem adeo concipiant facilius, & vehementius ardeant, quam alia corpora?

QUÆSTIO VIII.

Annon corpora omnia fixa, quum ſint ultra certum gradum calefacta, emittunt lumen & ſplendent? Eaque luminis emiſſio, per motus vibrantes partium ſuarum efficitur? Et annon corpora omnia, quæ partibus abundant terreſtribus, & præſertim ſulphuroſis, lumen emittunt, quotieſcunque partes iſtæ ſatis ſint agitatæ; ſive id calore fiat, ſive attritu, ſive percuſſu, ſive putreſcendo, ſive motu aliquo vitali, ſive alia quavis de cauſa? ut aqua marina, ſæviente procella; argentum vivum, in vacuo agitatum; felis dorſum, vel equi collum, manu oblique in loco tenebricoſo affrictum; ligna, carnes, & piſces, dum putreſcunt; vapores ex aquis putridis, qui ignes fatui vulgo appellantur; metæ fœni ſegetiſve ſubhumidæ, fermenteſcentes; cicindelæ, & animalium quorundam oculi, motu quodam vitali; Phoſphorus Bononienſis, radiis luminis agitatus; phoſphorus vulgaris, corporis cujuſvis attritu, vel acidis aeris particulis, agitatus; electrum, & adamantes aliqui, feriendo, premendo, vel fricando: chalybis ſtrigmenta, ſilice decuſſa; ferrum ictibus malleorum calefactum, donec ſulphur ſibi injectum accendat; axes curruum, motu rotarum rapidiore incenſi; & certi liquores inter ſe permixti, quorum particulæ cum impetu concurrunt; ut oleum vitrioli a nitro pari pondere diſtillatum, dein dupla portione mixtum cum oleo caryophyllorum, ſive aniſi. Similiter globus vitreus, diametro circiter 8 aut 10 unciarum, machinæ verſatili infixus, ut circa axem ſuum motu celerrimo circumagatur; qua ſui parte vola manus appoſita inter volvendum confricetur, lucebit. Quod ſi eodem tempore charta alba, aut linteum album, vel etiam digitus extremus ita admoveatur, ut circiter quarta vel dimidia unciæ parte diſtet a vitro, qua parte motus ejus eſt celerrimus; vapor electricus frictione

manus

manus e vitro excitatus, & ad chartam albam, linteum, vel digitum allisus, ita agitabitur, ut lucem continuo emittat, efficiatque ut charta illa alba, linteum, vel digitus, tanquam cicindela, lucescat: quin & e vitro erumpens, ea vi nonnunquam ad digitum allidetur, ut etiam tactu percipi queat. Quod idem quoque evenit, quando cylindrus e vitro electrove, longus & amplus, charta manu admota eousque confricetur, donec vitrum incaluerit.

QUÆSTIO IX.

Annon Ignis, corpus est eousque calefactum, ut copiosius lumen emittat? Quid enim aliud est ferrum candens, nisi ignis? Quidve aliud est carbo candens, nisi lignum eousque calefactum, ut id lumen emittat?

QUÆSTIO X.

Annon Flamma, vapor est, fumus, sive exhalatio candefacta; hoc est, calefacta usque eo, ut lumen emittat? Corpora enim flammam non concipiunt, nisi si emittant fumum copiosum; qui porro fumus, ardet in flamma. Ignis fatuus, est vapor sine calore lucens: & nonne eadem differentia est, inter istum vaporem & flammam; ac inter lignum putridum sine calore lucens, & carbones candentes? Inter distillandum spiritus calidos, si caput alembici submoveatur; vapor, qui ex alembico ascendit, ignem concipiet de candela, & in flammam convertetur; eaque flamma serpet per vaporem, ab usque candela ad alembicum. Aliqua corpora motu vel fermentatione calefacta, si utique calor iste sit magnus, fumum emittunt copiosum; sique corpora ea satis admodum incalescunt, fumi isti lucebunt & sese in flammam convertent. Metalla liquefacta flammam non concipiunt, inopia fumi copiosi; zincum si excipias, quod & fumum emittit copiosum, eoque & flam-

mas fundit. Corpora omnia quæ flammam alunt, ut oleum, sebum, cera, lignum, carbones fossiles, pix, & sulphur; absumuntur flamma sua, & in fumos candentes abeunt. Qui quidem fumus, si extinguatur flamma, valde utique crassus fit, & sub aspectum cadit, & nonnunquam etiam late olet; verum in flamma, amittit is omnem odorem suum ardendo: & pro hujus quidem fumi natura, flamma ipsa colores insuper varios trahit; ut flamma sulphuris, cæruleum; cupri, cujus partes sublimato referatæ fuerint, viridem; sebi, flavum; & camphoræ, album. Utique fumus, inter transeundum per flammam, fieri non potest quin candescat; & fumus candefactus, non potest non habere speciem flammæ. Pulvis tormentarius, quum ignem concipit, abit in fumum flammantem. Carbo nimirum & sulphur, ignem concipiunt facillime; nitrumque accendunt; nitrique spiritus inde in vaporem rarefactus, proruit cum explosione; similiter ac aquæ vapor, ex æolipila. Sulphur quoque, ut est volatile, convertit se itidem in vaporem; id quod explosionem illam adauget. Adhæc, acidus sulphuris vapor, (is videlicet, qui sub campana distillat in oleum sulphuris,) vi introdans sese in corpus fixum nitri, spiritum nitri etiamnum expedit ac laxat, ingentemque excitat fermentationem; qua porro & calor augetur, nitrique corpus fixum rarefit in fumum, quo explosio etiam adhuc vehementior fit atque acutior. Etenim si sal tartari insuper admisceatur pulveri tormentario; eaque permixtio calefiat gradatim; usque dum ignem concipiat; utique explosio porro adhuc etiam amplius violenta atque acuta reddetur. Id quod nulla alia sane ex causa oriri potest, quam ex actione vaporis pulveris tormentarii in salem tartari, qua sal iste rarefiat. Explosio itaque pulveris tormentarii, oritur ex celeri ac violenta actione, qua tota permixtio subito & vehementer calefacta, rarefit utique & convertit se in fumum sive vaporem: qui denique vapor, actionis istius violentia eodem tempore candefactus, flammæ nimirum speciem exhibet.

QUÆS-

QUÆSTIO XI.

Annon corpora magna calorem suum conservant diutissime, partibus suis se mutuo nimirum calefacientibus? Et nonne fieri potest, ut corpus magnum, densum atque fixum, quum calefactum sit ultra certum gradum, lumen utique emittat adeo copiose, ut emissione illa ac reactione luminis sui, & reflexionibus refractionibusque radiorum intra occultos sui meatus, incalescat adhuc usque amplius; caloris nimirum plura perpetuo momenta ex hisce causis trahens, quam refrigerationis ex aliis causis; donec ad certum tandem caloris gradum perveniat, qualis est calor Solis?

Item, Annon Sol & Stellæ fixæ, ingentes sunt terrarum globi, vehementer calidi; quorum utique calor conservatur corporum ipsorum magnitudine, & mutua actione ac reactione quæ est inter ipsa & lumen quod emittunt; & quorum partes quidem ne in fumos abeant, facit non modo sua ipsorum adeo fixa admodum natura, verum etiam ingens pondus densitasque atmosphærarum sibi circumcirca incumbentium, & ingenti nisu undique comprimentium, & condensantium vapores atque exhalationes quotquot sese uspiam emiserint? Etenim si aqua in vase aliquo pellucido tepefiat: & aer deinde e vase exhauriatur; aqua ista in vacuo ebulliet nihilo minus vehementer, quam si in vase igni imposito calorem multo majorem in aperto aere concepisset. Nam atmosphæræ incumbentis pondus, vapores deprimit; impeditque quominus aqua ebulliat, donec calorem contraxerit multo majorem, quam quo ad ejusdem in vacuo ebullitionem excitandam opus sit. Item, mixtura stanni & plumbi, ferro candenti in vacuo imposita, fumum emittit, atque etiam flammam: eadem autem mixtura, in aperto aere, propter atmosphæræ incumbentis pondus, ne fumum quidem, qui visu percipi possit, emittit. Similiter fieri potest, ut ingens atmosphæræ, quæ globo Solis incum-

 bit,

bit, pondus, efficiat ne corpora ibi in vapores & fumos abire queant, nisi ope caloris longe majoris, quam qui eadem in terræ nostræ superficie facillime in vapores & fumos solveret; idemque illud ingens pondus, vapores & exhalationes, simul ac e Sole ascendunt, statim iterum condenset; efficiatque, ut in Solis globum continuo recidant, caloremque ipsius actione sua eodem modo adaugeant, quo aer in terra nostra calorem ignis culinarii auget; itemque prohibeant ne ingens ille globus imminuatur, nisi forte luminis & vaporum quorundam exhalationumque admodum tenuium emissione.

QUÆSTIO XII.

Annon radii luminis, incidendo in fundum oculi, excitant vibrationes quasdam in tunica retina; quæ quidem vibrationes, propagatæ inde per solidas nervorum opticorum fibras in cerebrum usque, sensum ibi videndi excitent? Nam, quandoquidem corpora densa conservant calorem suum diutius; & ut quodque corpus densissimum est, ita calorem suum diutissime conservat; utique vibrationes partium suarum, natura sunt durabili, adeoque propagari possunt in longinqua usque spatia per solidas materiæ uniformis ac densæ fibras, ad transmittendos in cerebrum videlicet motus sensuum omnium organis impressos. Etenim motus is, qui possit diu in una eademque parte alicujus corporis se conservare; poterit itidem in longinquum propagari, ex una parte in aliam; modo id corpus homogeneum sit scilicet, ne adeo motus iste reflectatur forte, vel refringatur, vel interrumpatur & perturbetur per inæqualitatem aliquam in corpore.

QUÆS-

QUÆSTIO XIII.

Annon radii diverſorum generum, vibrationes excitant diverſa magnitudine; quæ ſcilicet vibrationes, pro ſua cujuſque magnitudine, ſenſus diverſorum excitent colorum; ſimili fere ratione, ac vibrationes aeris, pro ſua itidem ipſarum diverſa magnitudine, ſenſus ſonorum excitant diverſorum? Et nominatim, annon radii maxime refrangibiles, vibrationes excitant breviſſimas, ad ſenſum movendum coloris violacei ſaturi; radii minime refrangibiles, vibrationes longiſſimas, ad ſenſum coloris rubri ſaturi; & radii generum omnium intermediorum, vibrationes comparate intermedias, ad ſenſum colorum diverſorum intermediorum excitandum?

QUÆSTIO XIV.

Annon fieri poteſt, ut harmonia & diſcordia colorum, oriatur e proportionibus vibrationum propagatarum per nervorum opticorum fibras in cerebrum; ſimiliter ac harmonia & diſcordia ſonorum, oritur e proportionibus vibrationum aeris? Sunt enim alii colores, ſi juxta ſe invicem poſiti ſimul inſpiciantur, oculis grati, ut auri & indici; alii autem, minus grati.

QUÆSTIO XV.

Annon imagines rerum objectarum, ambobus oculis viſarum, coeunt in unum eo in loco, ubi nervi optici, antequam in cerebrum ingrediantur, conveniunt ac conjunguntur? fibris nimirum, quæ ſunt in dexteriori parte utriuſque nervi, coeuntibus illo in loco, & progredientibus deinceps conjunctim ad cerebrum per nervum qui eſt a dexteriori parte capitis: fibriſque, quæ ſunt in ſiniſteriori parte utriuſque

 nervi,

nervi, coeuntibus itidem eodem in loco, & progredientibus deinceps conjunctim ad cerebrum per nervum qui eſt a ſiniſteriori parte capitis; duobus autem nervis illis poſterioribus, in cerebro demum ita in unum convenientibus, ut fibræ ipſorum unam duntaxat ibi imaginem conſtituant; cujus videlicet imaginis dimidium id, quod ſit a dexteriori parte ſenſorii, veniat a dextra parte amborum oculorum, per dextram partem amborum nervorum opticorum, ad locum ubi nervi illi coeunt, indeque per nervum a dexteriori parte capitis in ipſum cerebrum; dimidium autem alterum, quod ſit a ſiniſteriori parte ſenſorii, veniat ſimiliter a ſiniſtra parte amborum oculorum? Etenim nervi optici eorum animalium, quorum ambo oculi eodem ſpectant, (ut hominum, canum, ovium, boum, &c.) coeunt in unum antequam in cerebrum ingrediantur; at nervi optici illorum animalium, quorum ambo oculi non ſpectant eodem, (ut piſcium & chamæleontis,) vel non coeunt omnino, vel non ita in unum coeunt ut eorum capillamenta invicem intermiſceantur; ſiquidem vera audivi.

QUÆSTIO XVI.

Siquis in loco tenebricoſo alterutrum oculi ſui angulum digito comprimat, oculumque interea in partem contrariam avertat; videbit is circulum coloribus variegatum, eorum ſimilibus, qui in pluma caudæ pavoniæ conſpiciuntur. Si oculus & digitus immoti permaneant, colores iſti intra minutum ſecundarium evaneſcent: digiti autem preſſus frequentamento, identidem apparebunt. Annon hi colores oriuntur ex ſimilibus motibus excitatis jam digiti preſſu ac motu in fundo oculi, ac alias lumine ibi excitari ſolent ad ſenſum videndi movendum? Et annon hi motus ſemel excitati, permanent circiter minutum unum ſecundarium antequam ceſſent? Et quum aliquis oculi percuſſu, fulgorem quendam quaſi luminis coruſcantem ſibi videre videtur; annon

non istiusmodi motus in tunica retina tum excitantur isto percussu? Et quum carbo candens motu celerrimo in orbem actus, efficit ut totus iste orbis videatur igneus; annon hoc ex eo evenit, quod motus in fundo oculi a radiis luminis excitati, natura sua sint durabiles, permaneantque usque eo, donec carbo candens, peracto orbe, eodem loci reverterit? Et quandoquidem motus in fundo oculi lumine excitati, ita sunt durabiles; annon natura utique sunt vibrantes?

QUÆSTIO XVII.

Quum lapis in aquam stagnantem projectus sit, undæ isto percussu excitatæ, aliquandiu eo in loco, ubi lapis in aquam inciderat, oriri pergunt; indeque per aquæ superficiem in circulis concentricis ad longa usque intervalla propagantur. Item vibrationes sive tremores in aere percussu aliquo excitati, a puncto percussus quoquoversum in sphæris concentricis ad longa usque intervalla deferri aliquantisper pergunt. Similiter itaque, cum radius luminis in corporis alicujus pellucidi superficiem incidens, ibi refringitur aut reflectitur; annon fieri potest, ut vibrationum sive tremorum undæ eo pacto in medio refringente aut reflectente ad punctum incidentiæ excitentur, atque etiam suboriri pergant, & propagentur, quando in fundo oculi, vel pressu motuve digiti, vel carbonis candentis lumine, secundum experimenta jam memorata, sint excitatæ? Istæque vibrationes, annon a puncto incidentiæ ad magna usque intervalla propagantur? Et annon radios luminis, motus sui celeritate prævertunt; eosque identidem prævertendo, vices illas facilioris reflexionis faciliorisque transmissus supra descriptas ingenerant? Etenim, si radii a densiori parte vibrationis recedere conantur, fieri utique potest, ut a vibrationibus istis se identidem prævertentibus, accelerentur & retardentur alternis.

QUÆS-

QUÆSTIO XVIII.

Si in duobus amplis altisque vitris cylindraceis inversis, duo parva thermometra ita sint suspensa, ut vitrum non contingant; aerque ex horum vitrorum altero sit exhaustus; vitraque hoc modo comparata, e loco frigido in calidum deferantur; utique thermometrorum id, quod erit in vacuo, incalescet nihilo minus, neque fere tardius, quam id quod non sit in vacuo. Annon jam calor ille exterior trans vacuum defertur, vibrationibus medii cujusdam longe, quam est aer, subtilioris; quod quidem medium, exhausto aere, tamen adhuc in vacuo superfit? Mediumque hoc annon id ipsum est, quo lumen refringitur & reflectitur, & cujus vibrationibus lumen calorem in corpora transfert, vicesque illas facilioris reflexionis faciliorisque transmissus acquirit? Hujusque medii vibrationes annon in corporibus calidis, ut eorum calor intensior sit & durabilior, efficiunt? Et corpora calida, annon calorem suum in frigida contigua transferunt, vibrationibus hujusce medii e calidis in frigida propagatis? Atque medium hoc, annon longe longeque rarius est & subtilius quam aer, longeque etiam magis elasticum & actuosum? Et annon corpora omnia facillime permeat, perque cœlos universos vi sua elastica est diffusum?

QUÆSTIO XIX.

Annon luminis refractio oritur ex densitate medii hujus ætherii in locis diversis diversa; lumine nimirum a densioribus partibus medii semper recedente? Et annon hujus medii densitas major est in spatiis liberis & apertis, quæ sint aere aliisque corporibus crassis vacua; quam intra aquæ, vitri, crystalli, gemmarum, aliorumque corporum densorum poros? Etenim quum lumen per vitrum aut crystallum transmitti-

mittitur, & oblique admodum in ulteriorem ejus superficiem incidens, ex toto reflectitur; reflexio illa ex toto, a densitate potius & vigore medii quod est extra ultraque vitrum, quam ex ejusdem raritate & imbecillitate, oriri debet.

QUÆSTIO XX.

Annon medium hoc æthereum, pro eo ut ex aqua, vitro, crystallo, aliisque crassis densisque corporibus in spatia vacua eatur, densius evadit paulatim; eoque pacto radios luminis refringit, non simul & semel in uno puncto, sed gradatim eos in curvas lineas flectendo? Et annon medii hujus condensatio, quæ ita gradatim, ad usque intervalla aliqua a corporibus porrigitur; eoque pacto in causa est, quamobrem radii luminis, qui prope corporum densorum extrema interjecto aliquo intervallo transeunt, inflectantur.

QUÆSTIO XXI.

Annon hoc medium multo rarius est intra corpora densa Solis, stellarum, planetarum & cometarum, quam in vacuis spatiis cœlestibus interjectis? Et a corporibus illis ad usque ingentia intervalla, annon densius perpetuo densiusque evadit; eoque pacto efficit, ut & magna ista corpora erga se invicem gravia sint, & ipsorum partes singulæ erga ipsa corpora; omnibus nimirum corporibus, qua parte medium densius est, ea ex parte recedere conantibus in partes rariores? Etenim, si hoc medium rarius sit intra corpus Solis, quam in ejusdem superficie; & in ipsa superficie rarius, quam interjecto extrinsecus centesimæ partis unciæ unius a corpore Solis intervallo; & illo adhuc in loco rarius, quam interjecto quinquagesimæ partis unciæ a corpore Solis intervallo; & hoc postremo in loco rarius, quam in orbe Saturni: equidem nihil causæ video, quam-

obrem increſcenti denſitati uſquam locorum ullus conſtitutus ſit finis, quominus per omnia intervalla, & a Sole ad Saturnum, & adhuc uſque, porrigatur. Quæ quidem denſitas, quanquam, ingentibus interjectis intervallis, fortaſſe lentiſſimis augeatur accrementis; poterit tamen, ſiquidem vis elaſtica hujus medii admodum ſit magna, corpora vi ea omni, quam gravitatem appellamus, a denſioribus partibus medii ad rariores verſus impellere. Valde autem magnam eſſe medii hujuſce vim elaſticam, ex vibrationum ſuarum celeritate eſt colligere. Soni feruntur circiter 1140 pedes Anglicos, intra minutum temporis ſecundarium; & minutorum ſeptem octove primariorum ſpatio, circiter centum milliaria Anglica emetiuntur. Lumen a Sole ad nos defertur, circiter ſeptem octove minutorum primariorum ſpatio: quæ quidem inter Solem & terram diſtantia, eſt circiter 70000000 milliarium Anglicorum; ſiquidem Solis parallaxis horizontalis, ſit circiter 12″. Jam vero vibrationes ſive pulſus hujus medii, quo vices illas alternas facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus generare queant, lumine celeriores ſint oportet; & conſequenter amplius 700000 partibus celeriores quam eſt motus ſonorum. Vis igitur elaſtica hujus medii pro ratione ſuæ denſitatis, debet eſſe amplius 700000 × 700000 (hoc eſt, amplius 490000000000) partibus major, quam eſt vis elaſtica aeris, pro ratione ſuæ itidem denſitatis. Nam velocitates pulſuum in mediis elaſticis, ſunt in ſubduplicata ratione elaſticitatum & raritatum mediorum, ſimul ſumptarum.

Quemadmodum attractio in parvis magnetibus fortior eſt, pro ratione magnitudinis ipſorum, quam in majoribus; & gravitas in ſuperficiebus parvorum planetarum major eſt, pro ratione magnitudinis ipſorum, quam in ſuperficiebus planetarum magnorum; & electrica attractione agitantur corpora exigua, multo magis quam grandia: ita radiorum luminis exiguitate fieri poteſt, ut vis agentis, quo refringuntur, multo ſit fortior. Et ſimili ratione, ſi quis exiſtimet ætherem

therem constare posse (sicuti & aer noster constat) ex particulis a se invicem recedere conantibus, (iste enim æther quid sit non definio,) & ejus particulas longe tenuiores esse quam aeris, vel etiam luminis; utique mira particularum ejus tenuitate fieri poterit, ut fortior sit vis qua istæ particulæ a se invicem recedant, atque inde ut medium istud longe magis sit rarum magisque elasticum quam aer, & consequenter corporum projectorum motui longe minus resistat, longe autem magis corpora crassa apprimat eo conatu, qui est sese quoquoversum expandendi.

QUÆSTIO XXII.

Annon planetæ & cometæ & crassa corpora omnia movebuntur multo liberius, multoque eis minus resistetur, in hoc æthereo medio, quam in ullo fluido quod spatium omne penitus nullisque interjectis meatibus in totum compleat, quodque proinde multo densius sit quam argentum vivum aut aurum? Et resistentia hujus medii annon adeo exigua esse poterit, ut instar nihili reputetur? Exempli gratia: Si ætherem hunc (id enim ei nomen quidni imponam?) existimemus 700000 partibus magis elasticum esse quam aerem nostrum, atque etiam amplius 700000 partibus magis rarum; jam ejus resistentia amplius 600000000 partibus minor foret, quam aquæ. Tam exigua autem resistentia, per decem millia annorum vix planetarum motibus variationem ullam induceret, quæ sensu percipi posset. Quod si quis illud hic quærat, qui fieri possit ut medium aliquod tam sit valde rarum; ostendat is velim, quomodo aer noster, in atmosphæra superiori, rarior esse queat quam aurum, amplius centies millies millenis partibus. Ostendat insuper, quomodo corpus electricum, quum fricetur, exhalationem emittere possit tam raram tamque subtilem & tamen eodem tempore tanta vi præditam, ut quamvis emissione ipsius nihil quicquam de corporis electrici pondere (quod

 quidem

quidem sensu percipi queat) diminuatur, ipsaque per sphæram diametro amplius binorum pedum sit usquequaque diffusa, valeat tamen, intervallo amplius pedali a corpore electrico, auri cuprive bracteas agitare & sursum ferre: quove pacto magnetis effluvia tam rara atque subtilia esse possint, ut per laminam vitream transeuntibus minime resistatur, neque de eorum vi quicquam diminuatur; & tamen tanta esse vi prædita, ut acum magneticam ultra vitrum positam facile circumagant.

QUÆSTIO XXIII.

Annon Visus efficitur præcipue medii hujusce vibrationibus, quæ in fundo oculi radiis luminis excitentur, indeque per solida, pellucida, & uniformia, nervorum opticorum capillamenta, usque in sentiendi locum propagentur? Et Auditus, annon efficitur vel hujusce vel alius cujusdam medii vibrationibus, quæ tremoribus aeris in nervis auditoriis excitentur, indeque per solida, pellucida, & uniformia nervorum istorum capillamenta ad usque sentiendi locum propagentur? Et similiter in reliquis sensuum?

QUÆSTIO XXIV.

Annon motus animalis, medii ejusdem efficitur vibrationibus; quæ in cerebro potestate voluntatis excitentur, indeque per solida, pellucida, & uniformia nervorum capillamenta, in musculos, eorum contrahendorum ac dilatandorum gratia, propagentur? Nervorum capillamenta singula, solida esse pono & uniformia; ut motus vibrans medii ætherei, per ea uniformiter & non interrupte ab usque uno extremo ad alterum propagetur: nam obstructiones nervorum, paralysin inducunt. Quo autem satis uniformia sint, existimo ea pellucida esse singula; quamvis reflexiones luminis in cylindraceis ipsorum superficiebus, efficiant ut totus,

tus nervus (ex capillamentis permultis compositus) opacus videatur & albus. Etenim opacitas oritur ex superficiebus reflectentibus, quæ medii hujusce motibus turbandis & interrumpendis aptæ sint.

QUÆSTIO XXV.

Annon aliæ sunt adhuc radiorum luminis proprietates congenitæ, præter eas quæ hactenus descriptæ sunt? Utique aliam congenitam proprietatem, aperit nobis refractio *crystalli Islandicæ*; quam quidem primo descripsit *Erasmus Bartholinus*; accuratius autem postea *Hugenius*, in libro suo *de lumine* gallice edito. Est crystallus illa, lapis pellucidus & fissilis; aquam, vel crystallum de rupe, pelluciditate æquiparans; coloris expers; caloris adeo patiens, ut etiam candefieri possit, nec tamen in posterum transflucere desinat; & calore vehementissimo in calcem redigitur, nec tamen liquescit. In aqua diem unum vel alterum macerata, polituram suam naturalem amitti. Panno affricta, attrahit sibi stramenta, & alia corpora levia; instar electri, vel vitri. Et, cum aqua forti, ebullitionem ciet. Videtur esse lapis ejus generis, quod vulgo talcum appellant. Invenitur ea fere specie, quæ est parallelopipedi obliqui; lateribus sex parallelogrammis, & octo angulis solidis. Parallelogrammorum anguli obtusi, sunt graduum 101, 52′; acuti autem, graduum 78, 8′. Angulorum solidorum duo, sibi invicem ex adverso oppositi, E & C, [*Fig.* 4.] continentur ternis angulis obtusis; reliqui autem sex, angulis obtusis singulis, & binis acutis. Findit se facile in plana, quæ sint laterum cuivis parallela; in alia autem plana, non item. Findit se in superficiem politam & nitentem, non illam quidem perfecte planam, sed asperam aliquantillum & inæqualem. Interraditur facillime; &, propter nimiam mollitiem, ægre admodum perpolitur. Politur melius super vitro lævi & speculari, quam super metallo; & adhuc melius forTAB. I.

tasse in pice, corio, aut membrana. Oportebit autem deinceps oleo vel ovi albumine defricari, ad rasuras implendas & lævigandas; quo demum pacto, valde perlucida evadet & expolita. Verum ad plurima quidem experimenta, nihil opus est ut poliatur. Si hujus lapidis crystallini frustum, libro typis impresso imponatur; literæ singulæ, per crystallum istam inspectæ, gemina quadam refractione videbuntur binæ. Et, si quis luminis radius in quamlibet ejus superficiem incidat, vel ad perpendiculum, vel quovis obliquo angulo; dividitur is continuo, gemina ista refractione, in duos radios. Quorum quidem radiorum uterque eodem est colore, ac ipse radius incidens; & inter se etiam pares, ad quantitatem luminis, vel ferme pares videntur. Duarum istarum refractionum altera eo modo efficitur, quomodo ex usitatis optices legibus effici debet; ita nimirum, ut sinus incidentiæ ex aere in hanc crystallum, eam habeat rationem ad sinum refractionis, quam habent 5 ad 3. Altera, quæ appellari potest refractio inusitata, efficitur sequenti lege.

Sit A D B C, superficies crystalli refringens; C, angulorum solidorum ad istam superficiem maximus; G E H F, superficies ex adverso opposita; & C K, linea isti superficiei perpendicularis. Hæc linea perpendicularis, cum crystalli acie extrema C F, angulum continet graduum 19, 3′. Junge K F; & in ea sume K L ita, ut angulus K C L sit graduum 6, 40′; angulus autem L C F, gradum 12, 23′. Quo facto, si jam linea S T repræsentet radium aliquem luminis incidentem ad T, quovis angulo, in superficiem refringentem A D B C; esto T V radius refractus; is autem, quis sit, invenietur ex data illa proportione sinuum, 5 ad 3, secundum usitatas optices leges. Ducatur deinde V X, parallela & æqualis lineæ K L; ducatur autem ita, ut jaceat illa ad easdem partes a V, ad quas L jacet a K; & junge T X; eritque hæc linea T X, radius refractus alter, inusitata videlicet refractione delatus a T ad X. Jam

Jam si igitur radius ille incidens S T, incidat utique ad perpendiculum in superficiem refringentem; erunt bini isti radii T V & T X, in quos ille refringendo erit dispertitus, paralleli facti lineis C K & C L: altero nimirum istorum radiorum se ad perpendiculum per crystallum transmittente, quomodo ex usitatis optices legibus fieri debet; altero autem T X, per refractionem inusitatam, divergente a linea perpendiculari, & continente cum ea angulum V T X, graduum circiter $6\frac{2}{3}$; uti experientia quidem compertum est. Atque hinc planum V T X, eique similia plana, quæ quidem parallela sunt plano C F K, appellari poterunt *plana perpendicularis refractionis*: & plaga ea, quo spectant lineæ K L & V X, a K & V ductæ, appellari poterit *plaga inusita refractionis*.

Simili ratione, *crystallus de rupe* geminam habet refractionem. Verum differentia duarum refractionum minor est, nec tam manifesta, quam in crystallo Islandica.

Quum radius S T, qui in primam crystalli Islandicæ superficiem inciderat, dispertitus est in duos radios T V & T X; iique duo radii, ad posteriorem crystalli superficiem perveniunt; radius ille T V, qui in prima superficie refractus fuerat ratione usitata, idem, in secunda superficie, usitata iterum ratione integer refringetur; radiusque alter T X, qui in prima superficie refractus fuerat ratione inusitata, idem, in secunda superficie, inusitata iterum ratione integer refringetur: adeo ut hi ambo radii emersuri sint e secunda illa superficie, in lineis primo incidenti radio S T parallelis.

Quod si duarum crystalli Islandicæ portionum altera post alteram ita sit collocata, ut posterioris superficies singulæ, sint prioris superficiebus singulis comparate parallelæ; jam radii illi, qui in prioris crystalli superficie prima, refringebantur ratione usitata, iidem usitata iterum ratione refringentur in posterioribus superficiebus omnibus: & qui radii in prioris crystalli superficie prima, refringebantur ratione inusi-

inusitata, iidem inusitata iterum ratione in posterioribus omnibus superficiebus refringentur. Quod idem quoque similiter evenit, quocunque modo ad se invicem inclinatæ fuerint crystallorum superficies; dummodo plana sua refractionis perpendicularis, sint inter se parallela.

Est igitur congenita quædam radiorum luminis differentia, qua fit ut, in hoc quidem experimento, radiorum alii perpetuo refringantur ratione usitata, alii autem perpetuo ratione inusitata. Etenim si differentia ista non esset congenita, sed oriretur ex novis modificationibus, quæ quidem in prima refractione radiis imprimerentur; utique ea novis itidem modificationibus, in tribus sequentibus refractionibus, porro immutaretur. Immutatur autem nequaquam; sed eadem manet perpetuo, unumque ac eundem in radiis effectum obtinet in refractionibus illis universis. Quare refractio inusitata, pendet ex congenita quadam radiorum proprietate. Idque adhuc inquirendem restat, annon etiamnum aliæ sint aliquæ proprietates congenitæ radiorum, quas humana nondum observavit perspicacia.

QUÆSTIO XXVI.

Annon radiorum luminis diversa sunt latera, diversis proprietatibus congenitis prædita? Etenim, si plana perpendicularis refractionis secundæ crystalli, posita sint ad rectos angulos cum planis perpendicularis refractionis primæ crystalli; jam radii qui in trajectu primæ crystalli refringebantur ratione usitata, iidem omnes in trajectu secundæ refringentur ratione inusitata; & qui radii in trajectu primæ crystalli refringebantur ratione inusitata, iidem omnes in trajectu secundæ refringentur ratione usitata. Quare non sunt duo diversa radiorum inter se natura sua differentium genera, quorum alteri quidem perpetuo & in omni positu refringantur ratione usitata, alteri autem semper & in omni positu refringantur ratione inusitata

tata: sed duo illa radiorum genera in experimento jam supra in 25ta quæstione memorato, hoc solum inter se differebant, quod radii, pro diverso suo positu, diversis suis lateribus spectabant plana perpendicularis refractionis crystalli. Nam, in præsenti experimento, unus idemque radius refringitur alias usitata ratione, alias inusitata; pro eo, quo positu latera ipsius sint ad crystallos conversa. Si eadem radii alicujus latera, spectent ad easdem partes utriusque crystalli; jam radius iste refringetur una eademque ratione in utraque crystallo. Sin autem radii latus id, quod quod conversum sit ad plagam inusitatæ refractionis prioris crystalli, distet nonaginta gradibus ab eo ejusdem radii latere, quod spectet ad plagam inusitatæ refractionis secundæ crystalli; (quod quidem effici potest, ita convertendo secundam crystallum, ut illa diverso jam positu priorem crystallum, & consequenter radios ipsos luminis, spectet;) jam radius iste refringetur diversis rationibus in diversis crystallis. Ut definire possis, utrum radii, qui incidunt in secundam crystallum, refringendi sint ratione usitata, an vero inusitata; nihil aliud opus est, quam ut secunda illa crystallus ita convertatur, ut ejus plaga inusitatæ refractionis sit ab hoc vel illo radii latere posita. Quare unusquisque radius ita considerari poterit, ut in eo quatuor concipiantur plagæ sive latera; quorum quidem duo inter se ex adverso opposita, faciant ut radius toties refringatur ratione inusitata, quoties alterutrum eorum conversum sit ad crystalli plagam inusitatæ refractionis; reliqua autem duo, quoties eorum quidem alterutrum conversum sit ad plagam *inusitatæ refractionis*, non tamen efficiant ut radius alia ulla, præterquam usitata, ratione refringatur. Quorum itaque laterum priora quidem duo, appellari poterunt *latera* inusitatæ refractionis. Et quoniam hæ dispositiones in radiis inerant, antequam ii in secundam, tertiam, & quartam binarum crystallorum superficiem inciderent; nec quicquam omnino immutabantur hæ dispositiones, (quod quidem

percipi potuerit,) refractione radiorum in transitu suo per istas superficies; radii autem refringebantur unis eisdemque legibus in unaquaque superficierum quatuor: videtur utique, hasce dispositiones radiis fuisse congenitas, nec prima refractione quicquam omnino fuisse immutatas; verum earum quidem ipsarum efficientia, radios in primam superficiem crystalli primæ incidentes, refractos fuisse; alios quidem ratione usitata, alios vero inusitata; pro eo ac ipsorum latera inusitatæ refractionis, tunc temporis vel spectarent plagam inusitatæ refractionis istius crystalli, vel situ ei transverso essent posita.

Habent igitur singuli radii luminis, bina latera inter se ex adverso opposita, quibus quidem lateribus congenita est proprietas ea, e qua pendet refractio inusitata; altera autem bina latera, proprietatis istius expertia. Idque adhuc inquirendum restat, annon etiamnum aliæ proprietates sint luminis, quibus latera radiorum differant & inter se distinguantur.

Hactenus laterum radiorum differentiam ita explicavi, ut radios in primam crystallum ad perpendiculum posuerim incidentes. Verum, si oblique incidant, idem plane erit experimenti exitus. Qui radii in prima crystallo refringuntur ratione usitata, iidem in secunda crystallo refringentur ratione inusitata; quoties binarum crystallorum plana perpendicularis refractionis, sint inter se, ut supra, ad rectos angulos posita: & contra.

Si binarum crystallorum plana perpendicularis refractionis, sint inter se neque parallela, neque ad perpendiculum posita, sed angulum acutum contineant; jam duorum istorum radiorum e prima crystallo emergentium uterque dividetur insuper in binos radios, in ingressu secundæ crystalli. Etenim, in hoc casu, radioli, ex quibus uterque duorum istorum radiorum constat, habebunt alii latera sua inusitatæ refractionis, alii autem latera sua altera, conversa ad plagam inusitatæ refractionis secundæ crystalli.

QUÆS-

QUÆSTIO XXVII.

Annon errantes ſunt hypotheſes illæ omnes, quas uſque adhuc in id confinxerunt philoſophi, ut phænomena luminis per novas radiorum modificationes explicarent? Non enim pendent phænomena illa ex novis modificationibus, (quomodo commenti ſunt phyſici;) ſed ex congenitis & immutabilibus radiorum proprietatibus.

QUÆSTIO XXVIII.

Annon errantes ſunt hypotheſes illæ omnes, quibus lumen in preſſu quodam, ſeu motu per medium fluidum propagato, conſiſtere fingitur? Nam in his omnibus hypotheſibus phænomena luminis uſque adhuc ita explicarunt philoſophi, ut ea ex novis quibuſdam radiorum modificationibus oriri poſuerint. Quæ eſt opinio errans.

Si lumen conſiſteret in preſſu ſolummodo, propagato ſine motu actuali; utique non poſſet id agitare & calefacere corpora, quæ id refringunt & reflectunt. Si lumen conſiſteret in motu, propagato ad omnia intervalla in puncto temporis; jam ad motum iſtum generandum opus eſſet vi infinita, ſingulis momentis, in particulis ſingulis lucentibus. Et, ſi lumen conſiſteret vel in preſſu vel in motu, propagato per medium fluidum; ſive in momento id fieret, ſive in ſpatio temporis; utique futurum eſſet, ut id in umbram ſeſe inflecteret. Etenim preſſus vel motus in medio fluido, ultra quodvis obſtaculum, quod partem aliquam motus impediat, propagari non poteſt in lineis rectis; ſed omnino ſeſe inflectet & diffundet quaquaverſus, in medium quieſcens quod ultra id obſtaculum jaceat. Vis gravitans, deorſum tendit: attamen aquæ preſſus, qui ex vi gravitatis oritur, tendit quaquaverſus vi æquabili; & pari facilitate, paribuſque etiam viribus, propagatur in latus, ac

deorsum; & per curvas vias, ac per rectas. Undæ in superficie aquæ stagnantis, dum oras lati cujusvis obstaculi prælabuntur, quod eas partim impedit; inflectunt sese & dilatant diffunduntque gradatim, in aquam ultra id obstaculum quiescentem. Undæ, pulsus, seu vibrationes aeris, in quibus soni consistunt, inflectunt se manifesto, licet non tantum quantum undæ aquæ. Nam sonus campanæ vel tormenti bellici audiri potest trans montem, cujus interpositu corpus id quod sonum emittit, ne possit oculis cerni, intercluditur; & soni propagantur pari facilitate per tubas incurvas, ac per rectas. At lumen nunquam compertum est vias incurvas ingredi, nec sese in umbram inflectere. Nam stellæ fixæ, planetarum cujusvis interpositu, continuo evanescunt; itemque Solis partes aliquæ, interpositu Lunæ, Mercurii, aut Veneris. Radii, qui proxime ipsas alicujus corporis extremitates transeunt, inflectuntur quidem aliquantillum, corporis istius actione; quomodo supra est expositum: verum hæc quidem inflexio, non ad umbram versus, sed ad contrarias fit partes; idque in ipsa duntaxat transitione radii prope corpus extremum. Simul ac id corpus prætervectus sit, recta deinceps progreditur.

Insitatam crystalli Islandicæ refractionem ope pressus vel motus propagati explicare, nemo (quod sciam) usque adhuc conatus est, præter unum *Hugenium*; qui quidem ad hunc finem duo diversa in ista crystallo inesse media vibrantia confinxit. Verum ipse, postquam refractiones istius crystalli, quænam essent, in binis frustis adpositis expertus fuisset; easque tales, quales supra expositæ sunt, comperisset; fassus est se ad eas explicandas, quo se verteret, plane jam nescire. Etenim pressus vel motus a lucente corpore per medium uniforme propagati, necesse est ut sint ab omni sui parte consimiles. At radios luminis, per experimenta illa in binis crystallis facta, constat in diversis suis lateribus diversas habere proprietates. Suspicatus est *Hugenius*, ætheris pulsus, inter transeundum per primam crystal-

cryſtallum, acquirere ſibi poſſe novas quaſdam modificationes; quibus utique efficeretur, ut iidem in ſecunda cryſtallo, per hoc vel illud deinceps medium, pro poſitu iſtius cryſtalli, propagarentur: at quales illæ modificationes eſſent, explicare non potuit: nec * quicquam omnino comminiſci, quod ſibi ipſi poſſet facere ſatis. Quod ſi is illud porro intellexiſſet, utique inuſitatam refractionem non ex novis modificationibus, ſed ex congenitis & immutabilibus radiorum proprietatibus pendere; jam & hoc ei viſum fuiſſet nihilo minus difficile explicatu, quemadmodum diſpoſitiones iſtæ, quas ille a prima cryſtallo radiis impreſſas exiſtimavit, in eis jam ante, quam in iſtam cryſtallum inciderent, ineſſe potuerint; &, in univerſum, qui fieri poſſit, ut omnes radii, quos corpora lucida emittunt, diſpoſitiones iſtas in ſe ab initio & ab uſque prima ſua origine habeant. Mihi ſane hæc res nullos omnino videtur habere poſſe explicatus, ſi lumen nihil ſit aliud quam preſſus quidam vel motus per ætherem propagatus.

Porro, ex his hypotheſibus, illud etiam nihilo minus difficile eſt explicatu, qui fieri poſſit, ut radii ſint alternatim in vicibus facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus. Niſi quis hoc forte ſibi comminiſci velit; utique in omni loco ineſſe duo media ætherea vibrantia; quorum quidem alterius vibrationes, lumen conſtituant; vibrationes autem alterius, quoniam celeriores fingentur, efficiant, quoties prioris vibrationes illas prævertunt, ut illæ prioris vibrationes ſint in iſtis vicibus. Verum qui fieri queat, ut per ſpatium univerſum diffuſa ſint duo ætherum genera, quorum hoc in illud, & illud conſequenter in hoc viciſſim aget, nec tamen mutuos ſuos motus retardent, diffringant, diſpergant & perturbent; concipi utique non poteſt. Quominus autem cœli mediis fluidis (niſi ſupra modum rara ſint illa)

 repleri

* *Mais pour dire comment cela ſe fait, je n'ai rien trouvé juſqu'ici, qui me ſatisfaſſe.* Hugen. de la lumiere, c. 5. pag. 91.

repleri debeant, faciunt omnino planetarum & cometarum per ſpatia cœleſtia undique & quaquaverſum regulares atque durabiles motus. Inde enim liquet, ſpatia cœleſtia omnis ſenſibilis reſiſtentiæ, & conſequenter omnis ſenſibilis materiæ, expertia eſſe.

Etenim vis reſiſtens mediorum fluidorum, oritur partim ex attritu partium medii, & partim ex vi inertiæ materiæ. Quæ pars reſiſtentiæ corporis ſphærici, oritur ex attritu partium medii; ea eſt quamproxime ut diameter, vel, ad ſummum, ut factum ex diametro & velocitate corporis iſtius ſphærici. Quæ autem illius reſiſtentiæ pars, oritur ex vi inertiæ materiæ; ea eſt ut quadratum ejuſdem facti. Atque hac quidem differentia, diſtingui poterunt inter ſe bina illa reſiſtentiæ genera in quovis medio. Diſtincta autem illa cum fuerint, apparebit reſiſtentiam corporum, quæ quidem idonea ſint magnitudine, & idonea aliqua velocitate moveantur in aere, aqua, argento vivo, vel quovis iſtiuſmodi fluido, oriri fere totam ex vi inertiæ partium fluidi.

Jam quidem ea pars reſiſtentiæ cujuſvis medii, quæ oritur ex tenacitate, frictu, vel attritu partium medii, diminui poterit, dividendo materiam in minores partes, efficiendoque ut partes eæ magis lubricæ fiant & lævigatæ: At vero ea reſiſtentiæ pars, quæ oritur ex vi inertiæ, proportione reſpondet denſitati materiæ; & diminui nequit, nec dividendo materiam in partes minores, nec alia ulla ratione, niſi ita ſi denſitas ipſa diminuatur. Atque hiſce de cauſis, mediorum fluidorum denſitas proportione reſpondet reſiſtentiæ ipſorum quamproxime. Qui liquores parum inter ſe differunt denſitate; ut aqua, ſpiritus vini, ſpiritus reſinæ terebinthinæ, oleum calidum, & ſimilia; iidem etiam parum inter ſe differunt vi reſiſtente. Aqua tredecim vel quatuordecim partibus levior eſt, quam argentum vivum; & conſequenter 13 vel 14 partibus rarior: & ejuſdem vis quidem reſiſtens, tanto vel circiter tanto minor eſt quam argenti vivi; uti in pendulis experiendo comperi. Aer

apertus,

apertus', quem spiritu ducimus, octingentis vel nongentis partibus levior est quam aqua; & consequenter totidem partibus rarior: & ejusdem vis quidem resistens, eadem vel fere eadem proportione minor est quam aquæ; uti in pendulis similiter experiendo comperi. Porro in tenuiori aere, vis resistens usque diminuitur; donec tandem, rarescente ulterius aere, minor ea facta sit quam quæ sensu omnino percipi queat. Nam plumulis in aperto aere cadentibus, multum quidem resistitur: at eædem in vitro alto, e quo aer, quam poterat maxime, exhaustus fuerit, pari celeritate, ac plumbum ipsum vel aurum, cadere cernuntur: uti sæpius expertus sum. Unde videtur sane resistentia usque diminui, qua proportione densitas ipsa diminuitur fluidi. Neque enim ullis experimentis comperio, corpora quæ moventur in argento vivo, aqua, vel aere, aliam sibi ullam offendere resistentiam sensibilem, præter eam quæ ex illorum ipsorum fluidorum sensibilium densitate & tenacitate oritur: quam tamen aliam aliquam resistentiam omnino offendere deberent, si occultos fluidorum istorum meatus, & quidem alia etiam spatia omnia, repleret aliud adhuc subtile atque densum fluidum. Jam, si resistentia in vase, e quo aeris quam poterat plurimum exhaustum fuerat, centum duntaxat partibus minor esset, quam in aperto aere; utique illa ipsa circiter decies centenis millibus partium minor foret, quam resistentia argenti vivi. Atqui resistentia in istiusmodi vase evacuato, multo quam dictum est minor esse videtur; multoque etiam adhuc minor in cælestibus spatiis, intervallo trecentorum vel quadringentorum milliarium in altitudinem, vel adhuc longius a terra. Ostendit enim D. *Boylius*, aerem in vasis vitreis amplius decies millies solito rariorem fieri posse. Spatia autem cœlestia multo magis vacua sunt aere, quam ullum spatium quod nos quidem hic possimus evacuasse. Etenim, cum aer compressus sit atmosphæræ incumbentis pondere; densitas autem aeris, proportionalis sit vi eum comprimenti; sequitur utique,

que, posito calculo, aerem, intervallo circiter septem milliarium Anglicorum a terra in altitudinem, quadruplo rariorem esse, quam in superficie terræ; intervallo quatuordecim milliarium, decies & sexies rariorem quam in superficie terræ; intervallo milliarium 21, 28, vel 35, circiter 64, 256, vel 1024 partibus rariorem esse, comparate; & intervallo milliarium 70, 140, vel 210, partibus circiter 1000000, 1000000000000, vel 1000000000000000000 rariorem esse; & sic deinceps.

Calor multum facit ad fluiditatem, diminuendo tenacitatem corporum. Fluida reddit multa corpora, quæ alioqui fluida non sunt; augetque fluiditatem liquorum tenacium, ut olei, balsami, mellis; eorumque vim resistentem eo pacto imminuit. At aquæ vim resistentem non multum imminuit; quod utique facere deberet, siquidem aquæ resistentiæ pars aliqua notatu digna oriretur ex attritu vel tenacitate partium suarum. Quare aquæ vis resistens oritur præcipue & fere tota, ex vi inertiæ materiæ suæ. Et consequenter, si spatia cœlestia æque densa essent, ac aqua; haberent utique vim resistendi non multo minorem, quam aqua: si æque densa essent, ac argentum vivum; vim resistendi haberent non multo minorem, quam argentum vivum: si perfecte planeque densa essent, sive materiæ plena, sine ullo omnino spatio vacuo; quantumvis licet fluida & subtilis esset ea materia; vim resistendi tamen haberent majorem, quam argentum vivum. Globus plane solidus, in istiusmodi medio, amitteret amplius dimidiam motus sui partem, interea dum spatium ternas sui diametros longum percurreret. Et globus non plane solidus, (qualia sunt planetarum corpora,) citius sisteretur. Quo itaque locus sit diuturnis & regularibus planetarum cometarumque motibus, omnino necesse est ut spatia cœlestia omni materia sint vacua; nisi forte excipiendi erunt tenuissimi aliqui vapores, exhalationes, vel effluvia, quæ oriantur ex atmosphæris terræ, planetarum & cometarum; & æthereum

reum aliquod medium longe longeque rariſſimum, quale ſupra deſcripſimus. Fluidum denſum, nullo modo utile eſſe poteſt ad explicanda phænomena naturæ; quando planetarum quidem & cometarum motus, ope gravitatis, melius explicantur ſine illo. Nihil aliud facere poſſet iſtiuſmodi fluidum, niſi ut magnorum illorum corporum motus interturbaret & retardaret, efficeretque ut naturæ ordo langueſceret; & in occultis corporum meatibus, nihil aliud quam ſiſteret partium ſuarum motus vibrantes, in quibus calor ipſorum & vis omnis actuoſa conſiſtit. Porro, ut ad nullam rem utile eſt iſtiuſmodi fluidum; e contrario autem impediret operationes naturæ, languidioreſque eas redderet; ita nulla firma ratio eſt, quæ nos adducat ut exiſtere id omnino credamus; ideoque penitus rejiciendum eſt. Quod ſi illud rejectum erit; rejicientur ſimul hypotheſes eæ, quibus lumen in preſſu vel motu per iſtiuſmodi medium propagato conſiſtere fingitur.

Iſtiuſmodi autem medium ut rejiciamus, auctores nobis ſunt antiquiſſimi illi & celeberrimi Græciæ Phœniciæque philoſophi; qui principia philoſophiæ ſuæ, ſpatium inane, atomos, & gravitatem atomorum poſuerunt; tacite attribuentes vim gravitatis, alii alicui cauſæ a materia denſa diverſæ. Cujus quidem cauſæ phyſici recentiores, in rebus naturæ ſpeculandis, nullam rationem habuerunt; hypotheſium commenta confingentes, quibus phænomena omnia ex mechanicis legibus explicarent; & contemplationem aliarum cauſarum, in metaphyſicam rejicientes. Cum, e contrario, philoſophiæ naturalis id revera præcipuum ſit & officium & finis, ut ex phænomenis ſine fictis hypotheſibus arguamus, & ab effectis ratiocinatione progrediamur ad cauſas, donec ad ipſam demum Cauſam primam (quæ ſine omni dubio mechanica non eſt) perveniamus; nec mundi mechaniſmum ſolummodo explicemus, verum etiam inſuper & præcipue ut haſce & hujuſmodi quæſtiones tandem expediamus; *Quidnam ineſt in ſpatiis materia fere vacuis?*

& unde est quod Sol & planetæ ad se invicem gravitent, sine materia densa interjecta? Qui fit, ut natura nihil agat frustra? & unde orta est eximia illa mundi universi species & pulchritudo? Quem in finem facti sunt cometæ? & unde est quod planetarum cursus sit unus omnium, unaque directione in orbibus concentricis ferantur eodem omnes; cum cometæ in orbibus valde admodum excentricis undique & quaquaversum ferantur in omnes cæli partes? & quidnam est quod impedit, quominus stellæ fixæ in se mutuo irruant? Qui fit, ut corpora animalium tam exquisita sint arte atque consilio fabricata? & quos ad fines conformatæ sunt diversæ ipsorum partes? Fierine potuit, ut oculus sine scientia optices fuerit constructus? aut auris, sine intelligentia sonorum? qui fit, ut motus corporis obsequantur imperio voluntatis? & unde est instinctus ille quem vocant, in animalibus? Annon sensorium animalium, est locus cui substantia sentiens adest, & in quem sensibiles rerum species per nervos & cerebrum deferuntur, ut ibi præsentes a præsente sentiri possint? Atque his quidem rite expeditis, *annon ex phænomenis constat, esse Entem incorporeum, viventem, intelligentem, omnipræsentem, qui in spatio infinito, tanquam sensorio suo, res ipsas intime cernat, penitusque perspiciat, totasque intra se præsens præsentes complectatur; quarum quidem rerum id quod in nobis sentit & cogitat, imagines tantum ad se per organa sensuum delatas, in sensoriolo suo percipit & contuetur?* Utique si verus omnis in hac philosophia factus progressus, non quidem statim nos ducit ad Causæ primæ cognitionem; at certe propius propiusque nos ad eam perpetuo adducit, eaque re permagni est æstimandus.

QUÆSTIO XXIX.

Annon radii luminis exigua sunt corpuscula, e corporibus lucentibus emissa? Etenim istiusmodi corpuscula per media

media uniformia transmitti debebunt in lineis rectis, sine inflectendo in umbram; quo quidem modo transmittuntur radii luminis. Poterunt quoque diversas habere proprietates, istasque proprietates inter transeundum per diversa media immutabiles conservare: quæ & ipsa itidem radiorum luminis est natura. Corpora pellucida agunt in radios luminis, per intervallum aliquod interjectum; quum eos refringunt, reflectunt, & inflectunt: radiique vicissim corporum istorum particulas, per interjectum aliquod intervallum, agitant, ad ea calefacienda: atque hæc quidem actio & reactio, quæ est per intervallum aliquod interjectum, ad vim attrahentem corporum valde admodum videtur similitudine accedere. Si refractio efficiatur attractione radiorum; consequens erit, ut sinus incidentiæ debeant ad sinus refractionis in data esse proportione; sicuti in *Principiis* nostris *Philosophiæ* ostensum est: atque hæc quidem regula, experientia comprobatur. Radii luminis inter transeundum e vitro in vacuum, inflectuntur ad vitrum versus; &, si nimium oblique in vacuum incidant, revertuntur in vitrum, & ex toto reflectuntur. Atque hujus quidem reflexionis causa attribui non potest resistentiæ vacui, sed omnino vi alicui in vitro, quæ radios jam in vacuum exeuntes retrahat & reducat. Etenim, si posterior vitri superficies, aqua, vel oleo limpido, vel melle liquido & pellucido madefiat; jam radii, qui alioqui reflecterentur, transibunt in istum liquorem. Ex quo apparet, radios non ante reflecti, quam ad postremam ipsam vitri superficiem pervenerint, perque eam exire incipiant. Si ex ea egredientes, incidant jam in liquorum aliquem prædictorum, utique progredi, qua cœperint, pergunt; quia vitri attractio paribus fere virium momentis e contraria parte æquatur, & ne effectum suum obtineat impeditur, attractione contrario liquoris sibi adhærentis: sin autem radii e posteriore illa superficie egredientes, incidant in spatium vacuum, quod, cum vim attrahentem nullam habeat, vitri attractionem æquiparare

& irritam reddere non possit; jam vitri attractio eos vel detorquendo refringit, vel reducendo reflectit. Atque hoc quidem adhuc clarius apparere poterit, committendo inter se bina prismata vitrea, vel bina vitra telescopiorum prælongorum objectiva, quorum quidem alterum planum sit, alterum autem aliquantulum convexum; eaque ita comprimendo, ut nec plane se inter se contingant, nec nimio tamen intervallo distent. Jam enim id luminis, quod in vitri prioris superficiem posteriorem incidat, qua parte vitra ista inter se intervallo non amplius $\frac{1}{1000000}$ partis unciæ distent, transmittetur per superficiem illam, perque aerem vel vacuum vitris interjectum, & in vitrum secundum ingredietur; quomodo expositum est in observationibus 1^{ma}, 4^{ta} & 8^{va} primæ partis libri secundi. Sin autem vitrum secundum submoveatur; jam id luminis, quod e secunda superficie primi vitri egreditur in aerem vel vacuum, non utique illac progredietur, verum revertetur in vitrum primum, & reflectetur. Ex quo apparet, radios vi aliqua, quæ insit in primo vitro, retrahi; quippe cum nihil sit aliud, quod efficere possit ut ii revertantur. Porro, ad colorum varietatem omnem, diversosque refrangibilitatis gradus producendos; nihil aliud opus est, quam ut radii luminis sint corpuscula diversis magnitudinibus: quorum quidem ea, quæ sint minima, colorem constituant violaceum, utique tenebricosissimum & languidissimum colorum; eademque omnium facillime, superficierum refringentium actione, de via recta detorqueantur: reliqua autem, ut eorum quodque in magnitudinem excedit, ita colores exhibeant fortiores & clariores, utique cæruleum, viridem, flavum, & rubrum; itemque eadem proportione difficilius usque & difficilius de via detorqueantur. Adhæc, quo radii luminis alternas habeant facilioris reflexionis & facilioris transmissus vices, nihil aliud opus est, quam ut ii exigua sint corpuscula; quæ vel attractione sua, vel alia aliqua vi, vibrationes quasdam in medio, in quod agunt, excitent;

quæ

quæ quidem vibrationes, radiis celeriores existentes, prævertant eos successive, & ita agitent, ut velocitatem ipsorum augeant imminuantque alternis, adeoque vices illas in ipsis generent. Denique inusitata illa crystalli Islandicæ refractio, valde admodum verisimile est, ut efficiatur vi aliqua attrahente, quæ insit in certis lateribus tum radiorum luminis, tum particularum crystalli. Nam si non virtus aliqua sive vis istiusmodi, in alteris inesset lateribus particularum crystalli, in alteris non item; quæ quidem vis, radios detorqueret & flecteret ad partes refractionis inusitatæ; utique fieri non posset, ut radii qui in crystallum ad perpendiculum incidant, eo versus, potius quam aliorsum, tum in ingressu tum in egressu suo ita refringerentur, ut ad perpendiculum itidem emergerent per contrarium jam situm plagæ inusitatæ refractionis in superficie secunda; crystallo nimirum usque in radios agente, postquam ii per illam transmissi, jamjam in aerem, vel, si placet, in vacuum emergunt. Et, quoniam crystallus, ista vi sua, non agit in radios, nisi tum cum & radiorum latera inusitatæ refractionis altera, ad plagam istam crystalli sint conversa; apparet in radiorum quoque lateribus illis inesse vim sive virtutem aliquam, quæ correspondeat vi isti quæ est in crystallo, eo fere modo quo binorum magnetum poli sibi invicem respondent. Quæ quidem magnetum virtus, sicut augeri & imminui potest, nec nisi in solis magnetibus atque in ferro invenitur; ita vis hæc refringendi radios ad perpendiculum incidentes, major est in crystallo Islandica, in crystallo de rupe minor, necdum in aliis corporibus observata est ulla. Non hoc ita intelligi velim, ut hanc virtutem magneticam esse affirmare videar: videtur ea diversi esse generis. Hoc tantum affirmare velim; utique, quæcunque demum ea vis sit, vix concipi posse qui fieri queat ut radii luminis, nisi sint illi exigua corpuscula, vim aliquam habeant in binis laterum suorum permanentem, quæ eadem in alteris eorum lateribus eodem

tempore non insit; idque nulla habita ratione, quo positu ipsi respiciant spatium sive medium per quod transmittantur.

Quid in hac quæstione velim, cum dicam vacuum, & attractiones radiorum luminis adversum vitrum aut crystallum; intelligi potest ex iis quæ supra dicta sunt in quæstionibus 18va, 19na, & 20ma.

Quæstio XXX.

Annon corpora crassa & lumen in se mutuo converti & transmutari possunt? & annon fieri potest, ut corpora vim suam actuosam plurimum accipiant a particulis luminis, quæ in eis componendis insunt? Etenim corpora omnia fixa, quum sint calefacta, lumen emittunt tamdiu, dum satis calida permanent: & lumen vicissim immittit se & inhæret in corporibus, quoties radii ejus in particulas ipsorum impingunt; quomodo supra est expositum. Nullum corpus, quod sciam, minus aptum est ad lucendum, quam aqua: attamen aqua distillationibus repetitis convertit se in terram fixam; uti experiendo comperit D. *Boylius*. Jamque terra illa, idonei caloris patiens facta, lucem æque, ac alia corpora, calefaciendo emittit.

Ut corpora transmutentur in lumen, & lumen in corpora, valde admodum congruens est naturæ ordini & rationi; quæ in istiusmodi conversionibus quasi delectari videtur. Aqua, quæ est sal admodum fluidus & saporis expers, calore convertitur in vaporem, qui est genus quoddam aeris; frigore autem in glaciem, quæ est lapis durus, pellucidus, fragilis, & ad liquandum aptus: atque hic quidem lapis, revertitur in aquam calore; vapor autem, frigore. Terra, calore fit ignis; & frigore, revertitur in terram. Corpora densa, fermentescendo rarefiunt in varia genera aeris; & aer iste fermentatione, nonnunquam etiam sine fermentatione, revertitur in corpora densa. Argentum vivum

vivum speciem habet & formam, interdum metalli fluidi, interdum metalli duri & fragilis; interdum salis pellucidi & rodentis, quem sublimatum appellant; interdum terræ pellucidæ, volatilis, albæ, & sapore carentis, quam mercurium dulcem vocant; interdum terræ rubræ, opacæ & volatilis, quam cinnabarin appellant; interdum præcipitati rubri, vel albi; & interdum salis fluidi: distillando, convertit se in vaporem: agitatum in vacuo, lucet instar ignis: &, post omnes has transmutationes, revertitur iterum in argentum vivum. Ova ex corporibus minoribus, quam ut sensu percipi queant, explicant se paulatim in magnitudinem, & in animalia convertuntur: gyrini, in ranas; vermiculi, in muscas. Aves omnes, bestiæ, pisces, insecta, arbores, & universum herbarum genus, cum singulis suis inter se valde diversis partibus, accrescunt ex aqua & tincturis aquosis & salibus: eademque omnia putrescendo, revertuntur in humores aquosos. Porro, aqua in aperto aere aliquot dies exposita, tincturam inducit, quæ (instar tincturæ hordei macerati & incocti,) progrediente tempore, sedimentum habet & spiritum; ante putrescendum autem, alimentum præstat tum animalibus tum plantis. Inter has autem tot tamque varias mirasque transmutationes, quidni & lumen similiter vertat natura in corpora, & corpora in lumen?

QUÆSTIO XXXI.

Annon exiguæ corporum particulæ certas habent virtutes, potentias, sive vires; quibus, per interjectum aliquod intervallum, agant, non modo in radios luminis, ad eos reflectendos, refringendos, & inflectendos; verum etiam mutuo in se ipsæ, ad producenda pleraque phænomena naturæ? Satis enim notum est, corpora in se invicem agere per attractiones gravitatis, virtutisque magneticæ & electricæ. Atque hæc quidem exempla, naturæ ordinem & rationem, quæ sit, ostendunt; ut adeo verisimillimum

limum ſit, alias etiam adhuc eſſe poſſe vires attrahentes. Etenim natura valde conſimilis & conſentanea eſt ſibi. Qua cauſa efficiente hæ attractiones peragantur, in id vero hic non inquiro. Quam ego attractionem appello, fieri ſane poteſt ut ea efficiatur impulſu, vel alio aliquo modo nobis ignoto. Hanc vocem attractionis ita hic accipi velim, ut in univerſum ſolummodo vim aliquam ſignificare intelligatur, qua corpora ad ſe mutuo tendant; cuicunque demum cauſæ attribuenda ſit illa vis. Nam ex phænomenis naturæ illud nos prius edoctos oportet, quænam corpora ſe invicem attrahant, & quænam ſint leges & proprietates iſtius attractionis; quam in id inquirere par ſit, quanam efficiente cauſa peragatur attractio. Attractiones gravitatis, virtutiſque magneticæ & electricæ, ad ſatis magna ſe extendunt illæ quidem intervalla; adeoque etiam ſub vulgi ſenſum notitiamque ceciderunt: at vero fieri poteſt, ut ſint præterea aliæ quoque aliquæ, quæ tam anguſtis finibus contineantur, ut uſque adhuc omnem obſervationem fugerint. Et fortaſſe attractio electrica ad iſtiuſmodi exigua intervalla extendi poteſt, etiamſi non excitetur frictione.

Nam, quum ſal tartari fluit per deliquium, annon hoc efficitur attractione aliqua, quæ eſt mutua inter particulas ſalis tartari, & particulas aquæ, quæ vaporum ſpeciem habentes circum in aere volitant? Et cur non ſal vulgaris, vel ſal nitrum, vel vitriolum, fluit itidem per deliquium; niſi quod iſtiuſmodi attractionis expers ſit? Et cur ſal ipſe tartari, poſtquam aquam, pro quantitate ſui, certa portione ex aere exhauſerit, deinceps non amplius imbibit; niſi quod, poſtquam aqua ſaturatus ſit, vi illa attrahente deinceps careat? Et unde eſt, niſi ab hac vi attrahente, quod aqua, quæ per ſe ipſa vel leni admodum tepore diſtillat, e ſale tartari tamen diſtillando elici non poteſt niſi magno calore? Et annon ejuſmodi quoque vi attrahenti, quæ inter particulas olei vitrioli & particulas aquæ mutua ſit, attribuendum eſt, quod oleum vitrioli aquam ſatis magna portione

tione ad se ex aere eliciat: cum autem semel saturatum sit, deinceps non amplius imbibat; & in distillando, aquam ægre admodum dimittat? Et quum aqua & oleum vitrioli in unum vas infusa, concalescunt intermiscendo; annon ex calore illo apparet, magnum excitatum esse motum in particulis liquorum? & annon ex motu illo apparet, binorum istorum liquorum particulas inter miscendum magna cum vi coalescere, & consequenter ad se invicem motu cum accelerato irruere? Et quum aqua fortis vel spiritus vitrioli, scobi ferreæ superfusus, magno eam cum calore & ebullitione dissolvit; annon calor & ebullitio ista oritur ex violento partium motu? & annon ex motu isto apparet, acidas liquoris particulas in partes metalli magna cum vi irruere, & violenter se in occultos earum meatus ingerere; donec inter exteriores metalli grumulorum particulas, & massulas ipsas, sese introdantes, & exterioribus illis particulis factæ jam undique circumfluæ, disjungant eas singulatim a massulis suis, efficiantque ut solutæ in aqua innatent? Et quum acidæ liquoris particulæ, quæ per se solæ satis leni calore distillarent, a metalli tamen particulis distillando avelli & separari non possint, nisi forte ingenti admodum & violento calore; annon hoc illud confirmat, utique esse inter eas istiusmodi attractionem mutuam?

Quum spiritus vitrioli, sali vulgari vel sali nitro affusus, ebullitionem ciet, & coalescit cum sale; &, in distillando, spiritus salis vulgaris vel salis nitri multo facilius, quam antea, ascendit; spiritus vitrioli autem pars acida, infra in vase restat: annon hinc colligi potest, fixum alkali salis, acidum vitrioli spiritum fortius utique, quam suum ipsius spiritum salis, sibi attrahere; &, quoniam utrumque simul detinere non potest, suum ipsius dimittere? Et quum oleum vitrioli e nitro pari pondere distillatur, & ex utrisque elicitur spiritus nitri compositus; isteque spiritus, dupla portione, affusus oleo caryophyllorum, vel oleo ex cari seminibus, vel oleo cuivis ponderoso ex plantarum vel anima-

lium partibus, vel oleo resinæ terebinthinæ cum admixto balsamo sulphuris parva portione ad spissamentum, concalescit usque adeo inter commiscendum, ut etiam flammam ex se continuo concipiat: annon permagnus ille & subitaneus calor hoc indicat, utique binos istos liquores maxima cum vi permisceri inter se, eorumque particulas inter miscendum ad se invicem motu cum accelerato irruere, & violentissimo impetu inter se confligere & collidi? Et annon eidem causæ tribuendum est, quod spiritus vini probe rectificatus, & composito illi spiritui jam dicto affusus, flamma subitanea coruscat? & quod pulvis fulminans, quem vocant, ex sulphure, nitro, & sale tartari compositus, ictu magis subito magisque violento, quam etiam pulvis ipse tormentarius, disploditur? acidis nimirum sulphuris nitrique spiritibus ad se invicem & ad salem tartari tanto cum impetu irruentibus, ut concussu & collisu suo pulverem simul omnem vehementi ebullitione rarefaciant, & in vaporem atque flammam disjiciant? Utique, ubi corporum inter se permixtorum dissolutio cum lentiori fit motu, ibi ebullitio & ipsa quoque lenta est, & cum leniori calore: ubi dissolutio celerior fit, ibi & ebullitio quoque major est, & cum majori calore: & ubi dissolutio fit tota simul, ibi ebullitio quoque fit quasi in momento temporis per subitam violentamque explosionem, & cum calore nihilo minore quam ignis ipsius & flammæ. Sic quum compositus ille spiritus nitri supra dictus drachmæ unius pondo, in olei ex cari seminibus pondo dimidiam drachmam superinfusus erat in vacuo; flammam continuo concepit mistura illa, cum displosu instar pulveris tormentariis; diffregitque vitrum aere evacuatum, in quo inclusa fuerat; quanquam habebat id quidem in amplitudinem uncias sex, in altitudinem octo. Quinimo sulphur ipsum crassum & impuratum, si in pulverem redigatur, & cum scobe ferrea pari pondere commixtum, adjecto aquæ paululo, in firmitatem farinæ aqua subactæ depsatur; aget in ferrum, & intra quinque aut sex horarum spatium,

ſpatium, concaleſcet ita ut manibus tractari nequeat, & etiam flammam emittet. Atque ex his quidem omnibus experimentis; ſi eodem tempore conſideremus quam multum ſit ſulphuris intra terram, & quam calidæ ſint partes interiores terræ; fonteſque fervidos contemplemur, monteſque ardentes, mephiteſque ſubter terram ſubitaneas, & vapores inflammabiles, coruſcationes metallicas, terræ motus, exhalationes æſtuoſas & ſuffocantes, ventorum turbines, immaneſque aquæ marinæ in cœlum uſque elatos & contortos vortices; utique intelligere poterimus, omnino ita comparatam eſſe terram, ut in viſceribus ejus abundent vapores ſulphuroſi, qui cum mineralibus fermenteſcere debeant, & interdum ignem concipere, cum ſubita coruſcatione & diſploſu; & ſi forte in cavernis ſubterraneis arcte incluſi contineantur, vehementer conquaſſare terram, & cavernas ejus diſrumpere, quemadmodum cuniculi pulvere tormentario repleti terram ſuffoſſam mira cum violentia disjiciunt: quod cum accidit, tum vapores exploſione iſta generatos, per occultos terræ meatus expirare, æſtuoſoſque ſentiri & ſuffocantes; procellaſque, turbines & tempeſtates ciere, efficereque nonnunquam ut terræ tractus de locis ſuis tranſportentur, ebulliatque mare, & guttatim ſubvehantur in cœlum aquæ, quæ deinceps acervatim & vorticoſo pondere corruant, quaſi e nubibus effuſæ. Præterea, exhalationes quædam ſulphuroſæ omni tempore, quando terra ſit ſiccior, in aerem aſcendentes, fermenteſcunt ibi cum acidis nitroſis; & nonnunquam ignem concipientes, fulmina generant, & tonitrua, aliaque meteora ignea. Abundat enim aer vaporibus acidis fermenteſcendo aptis; uti videre eſt ex eo, quod ferrum & cuprum rubiginem in aere tam facile contrahant, igniſque accendatur ſufflando, cordiſque pulſus in animalibus reſpiratione conſervetur. Jam vero hi, quos diximus, motus, tanti ſunt tamque violenti, ut ex eis ſatis appareat, utique in fermentationibus particulas corporum, quæ ferme quieverant, novis motibus cieri a principio aliquo

præpotente, quod in eas nonnisi tum agat, quum inter se valde propinquæ sint; efficiatque ut eæ concurrant inter se & collidantur magna vi, motuque illo concalescant, & dissringentes conterentesque se invicem, evanescant in aerem, vaporem, & flammam.

Quum sal tartari per deliquium in solutionem cujusvis metalli infusus, metallum præcipitat, efficitque ut id limi specie in fundo subsidat; annon ex hoc apparet, acidas liquoris particulas fortius utique sale tartari, quam a metallo, attrahi; adeoque fortiori illa attractione, ad salem tartari e metallo transduci? Similiter, quum solutio ferri in aqua forti, dissolvit cadmiam injectam, suumque ferrum dimittit; vel quum solutio cupri, dissolvit ferrum sibi immissum, dimittitque cuprum; vel quum solutio argenti, dissolvit cuprum, argentumque suum dimittit; vel quum solutio argenti vivi in aqua forti, superfusa ferro, cupro, stanno vel plumbo, dissolvit id metallum & argentum vivum dimittit: annon hoc indicat, acidas aquæ fortis particulas fortius utique ad cadmiam attrahi, quam ad ferrum? fortiusque ad ferrum, quam ad cuprum? & ad cuprum, quam ad argentum? itemque fortius ad ferrum, cuprum, stannum vel plumbum, quam ad argentum vivum? Et annon eidem causæ tribuendum est, quod ad ferrum dissolvendum saturandumque, plus aquæ fortis opus sit, quam ad cuprum; & ad cuprum plus opus sit, quam ad reliqua metalla: itemque quod ferrum metallorum omnium facillime dissolvatur, rubiginemque facillime contrahat; deinceps autem, cuprum?

Quum oleum vitrioli commixtum est cum aquæ paululo, vel fluxit per deliquium; & inter distillandum aqua illa ægre ascendit, subvehitque secum partem aliquam olei vitrioli, specie ac forma spiritus vitrioli; isteque spiritus, ferro, cupro, vel sali tartari affusus, coalescit cum illo, & dimittit aquam: annon hoc ostendit, spiritum illum acidum attrahi quidem ab aqua, fortius autem attrahi a corpore fixo quam ab aqua; ideoque dimittere

mittere aquam, ut cum corpore fixo coalescat? Et annon eidem causæ tribuendum est, quod aqua & spiritus acidi qui insunt in aceto, aqua forti, & spiritu salis, cohærent & in distillando simul ascendunt: sin autem id menstruum, sali tartari, vel plumbo, vel ferro, vel cuivis corpori fixo, quod id dissolvere queat, superfusum sit; tum spiritus illi acidi fortiore attractione adhærent corpori fixo, & dimittunt aquam? Et annon mutuæ itidem attractioni tribuendum est, quod spiritus fuliginis & salis marini coalescant, & constituant particulas salis ammoniaci; quæ minus, quam antea, volatiles sunt, quippe crassiores & minus aquæ sibi admixtum habentes? item quod particulæ salis ammoniaci, inter sublimandum, subvehant secum particulas stibii, quæ per se solæ sublimari nolunt? & quod particulæ argenti vivi, coalescentes cum particulis acidis spiritus salis, constituant mercurium sublimatum; cum particulis autem sulphuris, cinnabarin? & quod particulæ spiritus vini & spiritus urinæ probe rectificatorum, coalescant; &, dimittentes aquam quæ eas dissolverat, in corpus firmum durescant? & quod inter sublimandum cinnabarin e sale tartari vel calce viva; sulphur, fortiori attractione salis vel calcis, dimittat argentum vivum, ipsumque una cum corpore fixo in vase restet? & quod, cum mercurius sublimatus sublimetur e stibio, vel e regulo stibii: spiritus salis dimittat argentum vivum; & coalescat cum metallo illo stibii, quod quidem eum fortius attrahit; & restet cum illo, usque dum calor tantus sit, ut is utrumque simul sursum impellere possit; tumque spiritus iste salis subvehat secum illud metallum, specie & forma salis valde fusilis, quem butyrum stibii appellant; idque licet spiritus salis per se solus non multo minus volatilis sit quam aqua, & stibium per se solum non minus fixum quam plumbum?

Quum aqua fortis dissolvit argentum, non autem aurum; & aqua regia dissolvit aurum, non autem argentum: annon recte dici potest, aquam fortem satis quidem subtilem

esse ad penetrandum aurum æque ac argentum; carere autem vi illa attrahente, qua se inferre & introdare possit? & aquam regiam satis quidem subtilem esse, ad penetrandum argentum æque ac aurum; carere autem vi illa attrahente, qua se introdare possit? Nam aqua regia nihil est aliud, nisi aqua fortis cum admixto spiritu salis vel sale ammoniaco: atque etiam sal ipse vulgaris in aqua forti dissolutus, efficit ut illa aurum deinceps dissolvere possit; quamvis sal quidem iste, sit corpus crassum. Cum igitur spiritus salis præcipitat argentum de aqua forti; annon hoc inde fit, quod is attrahat aquam fortem, seque ei admisceat; non autem attrahat argentum, fortasse etiam id a se repellat? Cumque aqua præcipitat stibium de sublimato stibii & salis ammoniaci, vel de butyro stibii; annon hoc inde fit, quod ea salem ammoniacum vel spiritum salis dissolvat, illique se admisceat, & vim illius imminuat; non autem attrahat sibi stibium, fortasse etiam id a se repellat? Et annon ex eo, quod nulla sit attractio mutua inter particulas aquæ & olei, argenti vivi & stibii, plumbi & ferri; fit, ut corpora ista inter se non permisceantur? attractione autem debili, ut argentum vivum & cuprum ægre quidem commisceantur? & attractione forti, ut argentum vivum & stannum, stibium & ferrum, aqua & sales, facile permisceantur inter se? Et in universum, annon eidem isti principio tribuendum est, quod calor congreget corpora quæ sint ejusdem generis, separet autem ea quæ sint generum diversorum?

Quando arsenicum cum sapone regulum producit, cum mercurio sublimato autem salem volatilem, fusilem, & butyro stibii similem; annon hoc ostendit, arsenicum, quod est corpus ex toto volatile, compositum esse ex partibus fixis & volatilibus arcte inter se mutua attractione cohærentibus, ita ut partes volatiles ascendere nequeant, quin eodem tempore fixas quoque secum subvehant? Similiter, quum spiritus vini & oleum vitrioli pari pondere simul digesta

gesta sunt; &, distillando, duos reddunt spiritus volatiles & fragrantes, qui quidem inter se permisceri nolunt; restat autem infra in vase, terra fixa &, nigra: annon hoc indicat oleum vitrioli compositum esse ex partibus volatilibus & fixis, arcte inter se mutua attractione cohærentibus, ita ut ambæ simul ascendant, formam habentes salis volatilis, acidi, & fluidi; donec spiritus vini interveniens, attrahat sibi & separet partes volatiles a fixis? Proinde, quandoquidem & oleum sulphuris per campanam ejusdem est naturæ ac oleum vitrioli; annon recte inferri potest, utique & sulphur itidem compositum esse ex partibus volatilibus & fixis, arcte inter se mutua attractione cohærentibus, ita ut ambæ simul inter sublimandum ascendant? Nam & dissolvendo flores sulphuris in oleo resinæ terebinthinæ, deinde solutionem istam distillando, compertum est sulphur constare ex oleo crasso & inflammabili, sive bitumine pingui, sale acido, terra valde fixa, & metalli paululo: quorum quidem corporum priora tria, æqua fere portione inveniebantur; quartum autem tam parva admodum portione, ut observatu dignum vix esset. Sal ille acidus, in aqua dissolutus, idem est ac oleum sulphuris per campanam; permultusque cum sit in visceribus terræ, maximeque in marchasitis, coalescit inde cum cæteris corporibus ex quibus constant marchasitæ, cum bitumine scilicet, ferro, cupro & terra; cumque illis conflat alumen, vitriolum & sulphur: cum terra sola nimirum, alumen; cum metallo solo, vel metallo & terra, vitriolum; & cum bitumine & terra, sulphur: ex quo fit, ut marchasitæ tribus illis mineralibus abundent. Et annon mutuæ attractioni attribuendum est, quod materiæ diversæ, ex quibus hæc constant mineralia, coeant & cohæreant ad ea conflanda? & quod bitumen subvehat secum reliquam sulphuris materiam, quæ sine illo sublimari non posset? Idemque de omnibus, vel fere omnibus, quotquot usquam sunt corpora crassa, quæri potest. Nam & animalium & plantarum partes omnes compositæ sunt ex materiis

materiis volatilibus & fixis, fluidis & solidis; uti ex eorum analysi quidem apparet; itemque sales & mineralia; quantum chymici quidem compositionem eorum usque adhuc pervestigare potuerint.

Quum mercurius sublimatus sublimatur denuo cum argento vivo, fitque mercurius dulcis; qui est terra alba, saporis expers, & in aqua haud dissolubilis: cumque mercurius dulcis, sublimatus iterum cum spiritu salis, revertitur in mercurium sublimatum: & quum metalla paululo acidi corrosa, convertuntur in rubiginem; quæ est terra saporis expers, & in aqua non dissolubilis; terraque ista plusculo acidi macerata, fit sal metallicus: cumque lapides quidam, ut fluor plumbi, idoneo menstruo dissoluti, sales fiunt: annon hæc omnia ostendunt, sales constare ex terra sicca & acido aquoso attractione conjunctis? terramque non posse salem fieri, nisi accedat tantum acidi quantum ad id sufficiat, ut illa dissolvi deinceps possit in aqua?

Annon acidorum sapor ille acerbus & pungens, oritur ex forti attractione, qua particulæ acidæ irruant in particulas linguæ, easque agitent? Et quum metalla, in menstruis acidis dissoluta sunt; acidaque cum metallo conjuncta, alia jam ratione agunt; adeo ut permixtio illa saporem jam alium habeat multo quam antea mitiorem, nonnunquam etiam dulcem: annon hoc inde fit, quod corpuscula acida particulis metallicis adhærescentia, multum eo pacto de vi sua actuosa imminuant? Et, si acidum minore portione adsit, quam ut compositum efficiat in aqua dissolubile; annon acidum illud, ad metallum arcte adhærescendo, vim suam actuosam saporemque omnem amittet? fietque corpus ex utrisque compositum, terra saporis expers? Quæ enim corpora humore linguæ non dissolvuntur, ea sensum gustus non afficiunt.

Quemadmodum gravitas efficit, ut mare densiorem & ponderosiorem terræ globum circumfluat; ita attractione effici potest ut acidum aquosum densiores & compactiores particulas

ticulas terrestres circumfluat, ad componendas particulas salis. Neque enim alioqui fieri posset, ut acidum loco medii foret inter terram & aquam vulgarem, ad efficiendum ut sales dissolvantur in aqua: neque futurum esset, ut sal tartari tam facile extraheret acidum e metallis dissolutis; aut metalla, acidum ex argento vivo. Utique, quomodo in ingenti illo terrarum marisque globo, densissima quæque corpora gravitate sua subsidunt in aqua, semperque conantur ad centrum globi accedere; eodem modo in particulis salis, materia densissima semper conabitur ad particulæ centrum accedere: adeo ut particula salis, comparari queat quadantenus ad Chaos; densa videlicet, dura, sicca & terrestris a centro; rara autem, mollis, humida & aquosa a superficie. Atque huic quidem causæ tribuendum videtur, quod sales natura sunt adeo durabili. Nempe destrui vix possunt, nisi ita si aquosæ ipsorum partes vel vi abstrahantur; vel leni calore, inter putrescendum, in occultos meatus terræ illius, quæ est ad centra particularum, insidere permittantur; usque dum partes terrestres dissolvantur tandem aqua, & separentur in minores particulas, quæ, qua sint exiguitate, efficere queant ut totum putrefactum nigro videatur colore. Porro, hinc quoque fieri potest, ut partes animalium & plantarum suas singularum formas conservent, & nutrimentum in suam cujusque ipsarum similitudinem convertant; molli nimirum & humido nutrimento facile immutante texturam suam per lenem calorem & motum, donec simile tandem factum sit densæ illi, duræ, siccæ & durabili terræ, quæ est in centro uniuscujusque particulæ. Quum vero nutrimentum ineptum fit ad assimilandum; vel terra illa, quæ est in centris particularum, debilior facta est, quam ut id in similitudinem sui convertere possit: tum motus ille omnis desinit in confusionem, putredinem & mortem.

Si sal quivis vel vitriolum parva admodum portione dissolvatur in permulta aqua; particulæ salis vel vitrioli non

utique ad imum ſident, licet ſpecifice graviores ſint quam aqua, ſed diffundent ſe æquabiliter per totam aquam; ita ut illa æque ſalſa futura ſit a ſummo, ac ab imo. Annon hoc indicat, partes ſalis vel vitrioli a ſe mutuo recedere, & ſeſe expandere conari quaquaverſus, tamque longe a ſe invicem ſejungi, quam patitur aquæ, in qua innatant, ſpatium? & annon conatus iſte oſtendit, utique habere eas vim quandam repellendi, qua a ſe invicem diffugiunt? aut ſaltem fortius eas aquam attrahere, quam ſemet ipſas mutuo? Etenim, quemadmodum corpora illa omnia in aqua aſcendunt, quæ telluris gravitate minus ſunt attracta, quam eſt aqua ipſa: ita omnes ſalis particulæ, quæ in aqua innatant, minuſque ab una qualibet ſalis particula ſunt attractæ, quam eſt aqua ipſa; recedant neceſſe eſt a particula illa, & aquæ fortius attractæ locum dent.

Quum liquor ſale quovis imbutus, evaporatus eſt, quod aiunt, ad cuticulam; & deinde refrixit: ſal continuo concreſcit in figuras aliquas regulares. Ex quo apparet, ſalis particulas, antequam concreſcerent, jam in liquore illo æquis interjectis intervallis, certiſque ordinibus diſpoſitas innataſſe; & conſequenter eas in ſe invicem egiſſe vi aliqua, quæ æqualis ſit in intervallis æqualibus, in inæqualibus inæqualis. Nam tali quidem vi, illæ ſe in conſimiles ordines uſquequaque diſponent, ſine ea autem, circumnatabunt diſperſim quaquaverſus; itemque ſine ullo ordine, ut forte ceciderit, concurrent. Et quoniam particulæ cryſtalli Iſlandicæ agunt omnes conſimili ratione in radios luminis, ad refractionem illam inuſitatam efficiendam; annon credibile eſt particulas illas, in fruſtis ejus cryſtalli formandis, non modo certis ſe ordinibus ita diſpoſuiſſe, ut, extremitatibus ſuis eodem cunctis ſpectantibus, in figuras regulares concreſcerent; verum etiam ita inſuper, ut & latera quoque ſua quoad vires attrahentes homogenea, quaſi polari quadam virtute eodem omnes converterint?

Corporum omnium durorum homogeneorum particulæ, quæ

quæ se inter se plane contingunt, magna vi inter se cohærent. Quod qui fieri possit, ut explicarent philosophi, commenti sunt alii atomos hamatas; quod est utique id ipsum pro responso afferre, quod erat quæsitum. Alii finxerunt corporum particulas inter se conglutinatas esse quiete; hoc est, qualitate occulta, aut potius plane nihilo. Alii eas cohærere motibus conspirantibus, hoc est, quiete relativa inter se. Ego sane ex cohærentia corporum, illud malim inferre, utique particulas ipsorum attrahere se invicem vi aliqua, quæ in ipso contactu perquam sit magna; parvis interjectis intervallis, chymicos illos effectus supra memoratos obtineat; ad spatia autem a particulis aliquanto remotiora (quod quidem sensu percipi possit) non omnino pertineat.

Corpora omnia, composita esse videntur ex particulis duris. Alioqui enim fluida non congelarent; quod quidem faciunt aqua, oleum, acetum, & spiritus sive oleum vitrioli, frigore; argentum vivum, fumis plumbi; spiritus nitri & argentum vivum, dissolvendo argentum vivum, & evaporando phlegma; spiritus vini & spiritus urinæ, phlegma eorum auferendo eosque inter se permiscendo; & spiritus urinæ & spiritus salis, eos simul sublimando, ad conficiendum salem ammoniacum. Quin & ipsi etiam radii luminis, corpora dura esse videntur; neque enim alioqui possent in diversis suis lateribus diversas retinere proprietates. Quare duritia, universæ materiæ simplicis proprietas haberi potest. Saltem hoc nihilo minus evidens est, quam impenetrabilitatem ipsam materiæ esse universæ proprietatem. Nam omnia corpora, quæ quidem nos experientia norimus, vel sunt dura, vel durescere possunt: neque vero alia ulla certa ratione novimus corpora universa impenetrabilia esse, nisi quod experientia amplissima nos id docuerit, sine ulla unquam oblata exceptione. Jam si corpora quidem composita tam sunt dura, quam experientia comperimus eorum nonnulla esse; & occultorum tamen

meatuum permultum in se habent, constantque ex particulis adpositis solummodo inter se; utique simplices ipsæ particulæ, quæ occultos meatus in se nullos habent, neque unquam in partes divisæ fuerunt, longe adhuc duriores sint necesse est. Etenim istiusmodi duræ particulæ, in unum congestæ, fieri vix potest ut se inter se contingant, nisi in perpaucis punctis; ideoque omnino multo minore vi ad eas disjungendas opus erit, quam ad confringendum particulam solidam, cujus utique partes omnes se inter se contingunt in totis superficiebus suis, sine ullis meatibus aut intervallis interjectis, quæ earum cohærentiam minus firmam reddere possint. Qui autem istiusmodi prædurae particulæ, adpositæ solummodo inter se, seque invicem in perpaucis tantum punctis contingentes, cohærescere queant; idque tanta vi, quanta experientia novimus; utique, nisi causa sit aliqua quæ efficiat ut eæ ad se invicem attrahantur vel apprimantur, concipi vix potest.

Porro, rem eandem inde quoque infero, quod bina marmora perpolita cohæreant etiam in vacuo; & quod argentum vivum in barometro subsistat ad altitudinem 50, 60, vel 70 unciarum, vel etiam amplius eo; ita scilicet, si prius ab aere omni probe depurgatum fuerit, & in tubum cauta manu infusum, ut adeo partes ejus sint usquequaque contiguæ & sibi invicem & vitro. Atmosphæra pondere suo argentum vivum sursum in tubum premit, ad usque altitudinem 29 aut 30 unciarum: alia autem aliqua causa efficiens, id deinceps amplius sustollit; non id in tubum sursum premendo, sed efficiendo ut partes ejus & vitro & sibi invicem adhærescant. Etenim si quo pacto partes ejus, vel interjectis bullulis, vel succutiendo vitrum, disjungantur; corruit continuo argentum vivum omne usque eo, donec haud amplius 29 aut 30 uncias in altitudinem habeat.

Atque his quidem congrua sunt, quæ sequuntur itidem experimenta. Si duæ planæ & politæ laminæ vitreæ (puta bina

bina ſpeculi politi fragmenta) ita componantur, ut earum facies ſint inter ſe parallelæ, & parvo admodum interjecto intervallo disjunctæ; inferiora autem ipſarum extrema in aquam intingantur; aqua inter eas continuo aſcendet. Quantoque minori intervallo interjunctæ ſint vitrorum facies, tanto majorem in altitudinem ſe interferens ſuſtolletur aqua. Si lamellæ vitreæ inter ſe diſtent circiter $\frac{1}{100}$ parte unciæ, aqua inter eas circiter unciam unam aſcendet: & qua ratione id intervallum majus fuerit, vel minus; eadem ratione reciproca quam proxime, aquæ aſcendentis altitudo major erit vel minor. Etenim vitrorum vis attrahens eadem eſt, ſive majori ſive minori intervallo inter ſe diſtent: pondusque aquæ ſurſum attractæ idem eſt, quando ejus altitudo ſit intervallo vitrorum reciproce proportionalis. Similiter, inter bina marmora plana & polita aſcendit aqua, quando eorum latera polita ſint inter ſe parallela, & exiguo admodum interjecto intervallo disjuncta. Quod ſi tubuli vitrei tenues, in aquam ſtagnantem ab inferiore ſui parte intingantur; aqua intra tubulum aſcendet; idque ea ratione, ut ejus altitudo reciproce proportionalis ſit tubi cavitatis diametro, & par altitudini aquæ inter binas laminas vitreas aſcendentis, ſiquidem tubi cavitas ſemidiametro par ſit aut fere par laminarum iſtarum intervallo. Atque horum quidem omnium experimentorum (coram Societate regia captorum,) ſive in vacuo, ſive in aperto aere, unus fuit exitus. Quare ex atmoſphæræ pondere aut preſſu, nullo modo pendent.

Porro, ſi amplus tubus vitreus cineribus ad ſubtilitatem cribro ſuccretis & in tubum arcte compreſſis compleatur, tubique altera extremitas in aquam ſtagnantem intingatur, aqua in cinerem lente ſubrepet; adeo ut ſeptem aut quatuordecim dierum ſpatio ad uſque altitudinem 30 aut 40 unciarum in tubo ſupra aquam ſtagnantem conſcenderit. In tantam autem altitudinem attollitur aqua, actione earum ſolummodo particularum cineris, quæ ſunt in ipſa aquæ aſcenden-

tis superficie: quæ enim intra aquam sunt cineris particulæ, eæ aquam tam deorsum quam sursum attrahunt aut repellunt. Quare cineris particularum actio, valde fortis est. Veruntamen quoniam cineris particulæ non sunt tam densæ tamque compactæ, ac vitri; ideo earum actio minus fortis est, quam vitri. Etenim vitro argentum vivum ad usque altitudinem 60 aut 70 unciarum suspensum tenetur: ideoque vitrum ea vi agit, quæ aquam altitudine amplius 60 pedum suspensam tenere deberet.

Pari de causa, spongia aquam suctu attrahit; & in animalium corporibus glandes, pro sua cujusque natura ac constitutione, succos diversos sibi e sanguine attrahunt.

Si duæ planæ & politæ vitri laminæ, uncias ternas aut quaternas latæ, & vicenas aut vicenas quinas longæ, ita disponantur, ut earum altera horizonti parallela jaceat, altera autem ei ita superponatur, ut earum extremitates alteræ se inter se contingant, angulumque circiter 16 aut 15 minutorum contineant; harum autem laminarum facies interiores, linteo mundo in mali aurei oleum vel spiritum terebinthinum intincto prius madefiant; & deinde olei istius sive spiritus gutta una vel altera in vitri inferioris extremum id, quod a dicto angulo maxime distet, demittatur: utique, simul primum ac vitri lamina superior inferiori ita superposita sit, ut eam (quomodo supra dictum est) altera sui extremitate contingat, altera autem guttam; continens nimirum cum inferiori vitro angulum circiter 10 aut 15 minutorum; gutta continuo eam se in partem, qua parte binæ laminæ contingunt inter se, movere incipiet; motuque ferri perget perpetim accelerato, usque dum ad ipsum vitrorum concursum perveniat. Etenim bina vitra guttam attrahunt; efficiuntque ut ea illo moveatur, quo attractiones vergunt. Quod si, dum gutta prorepit, vitrorum interea extremitas illa, qua contingunt inter se, & quo versum gutta fertur, elevetur; jam inter vitra sursum versus adrepet gutta, ac proinde movetur attractione. Et

pro

pro eo ac vitrorum extremum illud, quo inter se contingunt, magis magisque elevetur; gutta tardius usque, & adhuc tardius ascendet; & tandem plane quiescet; deorsum nimirum pondere suo delata tantum, quantum attractione sursum versus. Atque hoc pacto intelligi potest, qua demum ,vi attrahatur gutta, in omnibus a concursu vitrorum intervallis.

Captis autem ab *Hawksbeio* nostrate quibusdam hujusmodi experimentis, compertum est attractionem esse propemodum reciproce in duplicata ratione intervalli mediæ guttæ a vitrorum concursu: scilicet, reciproce in simplici ratione, propterea quod gutta compressior diffundatur, & vitrorum utrumque ampliori superficie contingat; rursum autem reciproce in simplici ratione, propterea quod attractiones jam in æquali superficie attrahente fortiores evadant. Ea igitur attractio, quæ fit in æquali superficie attrahente, est reciproce ut intervallum vitrorum inter se. Ideoque ubi hoc intervallum valde est exiguum, attractio debebit admodum esse fortis. Ex tabula in secunda parte libri secundi, ubi crassitudines coloratarum aquæ lamellarum inter bina vitra conclusarum sunt descriptæ; crassitudo lamellæ, qua parte nigerrima videtur, est $\frac{\frac{3}{8}}{1000000}$ unius unciæ. Qua parte autem, oleum mali aurei inter dictas laminas vitreas hac est crassitudine; attractio, ex præcedenti regula existimata, tanta esse videtur, ut intra circulum diametro uncialem, valeat ad sustinendum pondus tantum, quantum est cylindri aquæ diametro uncialis, in longitudinem autem duo triave stadia habentis. Atque ubi oleum attrahendum, adhuc minori sit crassitudine; poterit attractio, servata proportione, adhuc major esse, & perpetim usque augescere, donec crassitudo tandem non sit amplius unius particulæ olei. Sunt ergo in rerum natura causæ efficientes, quarum vi particulæ corporum cohærescant attractionibus admodum fortibus: istæque causæ quænam sint, philo-

philosophiæ officium est in experimentis versando invenire.

Jam quidem fieri potest, ut materiæ particulæ exiguissimæ, attractionibus fortissimis inter se cohæreant, constituantque particulas majusculas, quarum vis illa attrahens debilior sit; harumque particularum majuscularum permultæ, inter se itidem cohærentes, particulas majores constituant, quarum vis attrahens adhuc sit debilior; & sic deinceps continuata serie, donec ad maximas tandem deventum sit particularum illarum, e quibus operationes chymicæ & colores corporum naturalium pendent; quæque inter se cohærentes, corpora demum constituant magnitudine sub sensum cadente. Quorum denique corporum si quod sit compactum, flectatque se, &, cum prematur, intro cedat, sine ullo partium suarum sublapsu; jam id corpus durum est & elasticum, revertens ad figuram suam vi ea, quæ ex mutua partium suarum attractione oritur. Si partes ejus, inter se sublabuntur; jam corpus id molle est, & mallei ictibus cedens. Si partes facillime labantur, & magnitudine sint ea, qua calore facile agitari queant; calorque satis magnus, ad eas agitandas; (licet multo fortasse minor, quam ad id opus est, ne aqua congeletur;) jam corpus illud fluidum est: &, si adhærescendo aptum sit, appellatur humidum. Guttæ autem corporis cujusque fluidi, ut figuram globosam induere conentur, facit mutua partium suarum attractio; eodem modo, quo terræ mariaque in rotunditatem undique conglobantur, partium suarum attractione mutua, quæ est gravitas.

Quandoquidem metalla in acidis dissoluta, parvam solummodo acidi portionem ad se trahunt; liquet vim eorum attrahentem, non nisi ad parva circum intervalla pertingere. Et sicuti in Algebra, ubi quantitates affirmativæ evanescunt & desinunt, ibi negativæ incipiunt; ita in mechanicis, ubi attractio desinit, ibi vis repellens succedere

re

re debet. Talis autem vis aliqua ut ſit, conſequi videtur ex reflexionibus & inflexionibus radiorum lucis: nam in utroque horum caſuum, repelluntur radii a corporibus, ſine immediato contactu corporis reflectentis vel inflectentis. Videtur etiam conſequi ex emiſſione luminis: nam radius, ſimul ac e lucente corpore per vibrantem partium ipſius motum excuſſus ſit, & e ſphæra attractionis ejus evaſerit; ingenti admodum velocitate propellitur. Etenim eadem vis, quæ in reflexione ad radium repellendum valet, poſſit etiam ad eundem emittendum valere. Porro, videtur etiam conſequi ex productione aeris & vaporum: nam particulæ e corporibus excuſſæ per calorem vel fermentationem, ſimul ac e ſphæra attractionis corporis ſui evaſerint, recedunt deinceps & ab illo & a ſe invicem magna cum vi; rurſumque accedere fugiunt: ita ut nonnunquam amplius decies centies millies tantum ſpatii occupare comperiantur, quam quantum cum corporis denſi formam haberent: quæ tam ingens contractio & expanſio, animo ſane concipi vix poteſt, ſi particulæ aeris fingantur elaſticæ & ramoſæ, vel viminum lentorum intra ſe in circulos intortorum inſtar eſſe, vel ulla alia ratione, niſi ita ſi vim repellentem habent, qua a ſe mutuo fugiant. Corporum fluidorum particulæ, quæ quidem non nimis firme inter ſe cohæreant; eaque ſint parvitate, qua facillime agitationes illas ſuſcipiant, in quibus liquorum fluiditas conſiſtit; facillime ſeparantur & in vapores rareſiunt, ſive, ut loquuntur chymici, volatiles ſunt; leni videlicet calore rareſcentes, & levi itidem frigore condenſatæ. At illæ, quæ ſint craſſiores, adeoque difficilius agitentur, vel fortiori inter ſe attractione cohæreant; non niſi fortiori calore ſeparari poſſunt, fortaſſe etiam non niſi accedente fermentatione. Atque hæc quidem ſunt corpora illa, quæ chymici fixa appellant; quæque fermentatione rareſacta, verus fiunt & permanent aer: iis nimirum particulis a ſe invicem maxima cum vi recedentibus, & difficillime in unum coactis; quæ eædem, cum

inter se contingant, cohærent arctissime. Et quoniam particulæ veri & durabilis aeris, crassiores sunt & e corporibus densioribus exoriuntur, quam particulæ vaporum; hinc fieri possit ut verus aer sit ponderosior vaporibus, & humida atmosphæra levior quam sicca, siquidem quantitate sint pares. Porro, eidem vi repellenti tribuendum videtur, quod muscæ in aqua inambulent, nec tamen pedes suos madefaciant; & vitra objectiva longorum telescopiorum, alterum alteri impositum, inter se tamen non facile contingant; & pulveres sicci ægre fieri queat ut se inter se contingant & cohæreant, nisi ita si vel igne liquefiant, vel madefiant aqua, quæ utique exhalando possit particulas ipsorum in unum cogere; & bina denique marmora perpolita, quæ quoties plane inter se contingunt, cohærent, ægre tamen tam arcte comprimi tamque apte conjungi queant, ut cohærescant.

Atque hæc quidem omnia si ita sint, jam natura universa valde erit simplex & consimilis sui: perficiens nimirum magnos omnes corporum cœlestium motus, attractione gravitatis, quæ est mutua inter corpora illa omnia; & minores fere omnes particularum suarum motus, alia aliqua vi attrahente & repellente, quæ est inter particulas illas mutua. Vis inertiæ, est principium passivum, quo corpora in motu suo vel quiete persistant, recipiunt motum vi moventi semper proportione respondentem, & resistunt tantum quantum sibi resistitur. Ab hoc solo principio nullus unquam in rerum universitate oriri potuisset motus. Alio aliquo principio omnino opus erat ad movenda corpora; & jam, cum moventur, alio itidem principio opus est, ad motum ipsorum conservandum. Nam ex variis binorum motuum compositionibus, manifestum est non semper eandem esse in mundo quantitatem motus. Etenim si duo globi, virgula tenui conjuncti, motu uniformi circa commune suum gravitatis centrum revolvant, interea dum centrum illud motu uniformi feratur in linea recta, ducta in plano motus

tus ipſorum circularis; utique ſumma motuum binorum illorum globorum, quoties illi erunt in linea recta a communi ſuo gravitatis centro deſcripta, major erit quam ſumma motuum ipſorum tum, cum erunt illi in linea quæ ſit ad lineam illam rectam perpendicularis. Quo quidem exemplo apparet, motum & naſci poſſe & perire. Verum, per tenacitatem corporum fluidorum, partiumque ſuarum attritum, viſque elaſticæ in corporibus ſolidis imbecillitatem; multo magis in eam ſemper partem vergit natura rerum, ut pereat motus, quam ut naſcatur. Et quidem is perpetuo imminuitur. Nam corpora quæ vel tam perfecte dura ſint, vel tam plane mollia, ut vim elaſticam nullam habeant; non utique a ſe invicem repercutientur. Impenetrabilitas illud duntaxat efficiet, ut eorum motus ſiſtatur. Si duo iſtiuſmodi corpora inter ſe æqualia, motibus æqualibus & adverſis recta in ſpatio vacuo concurrant; utique per leges motus uno ipſo in loco, ubi concurrunt, ſiſtentur; motumque ſuum omnem amittent; & quieſcent uſque, niſi vi elaſtica prædita ſint, motumque novum inde accipiant. Si vis elaſticæ tantum habeant, quantum ad id ſatis ſit, ut repercutiantur cum $\frac{1}{4}$ vel $\frac{1}{2}$ vel $\frac{3}{4}$ vis illius, qua concurrebant; amittent proinde $\frac{3}{4}$ vel $\frac{1}{2}$ vel $\frac{1}{4}$ motus ſui, comparate. Atque hoc quidem experiundo comprobari poterit, ſi duo pendula æqualia ex æqualibus altitudinibus ita ſint dimiſſa, ut in ſe invicem recta incurrant. Si enim pendula ſint ex plumbo, vel argilla molli; jam motum ſuum omnem, vel fere omnem, amittent: ſin ex materia aliqua elaſtica ſint; jam motus tantum duntaxat retinebunt, quantum a vi illa elaſtica denuo acceperint. Quod ſi quis contendat ea de motu ſuo nihil amplius amittere poſſe, quam quod in alia corpora transferatur; jam conſequens erit, ea in vacuo nihil omnino de motu ſuo amittere poſſe; ſed, quum concurrant, uſque pergere debere, ſuaſque invicem penetrare dimenſiones. Si tria vaſa rotunda & æqualia impleta ſint, al-

terum quidem aqua, alterum oleo, tertium autem pice liquefacta; hique omnes liquores consimili ratione agitati sint, ut motu verticoso cieantur; utique pix, propter tenacitatem suam, motum suum omnem perbrevi amittet; oleum, quippe minus tenax, motum suum diutius conservabit; aqua autem, cum sit minime omnium tenax, motum suum omnium diutissime conservabit; veruntamen & ipsa suum brevi tempore amittet. Ex quo facile intelligi potest, si plures Vortices ex liquefacta pice inter se essent contigui; tantaque hi amplitudine, quanta illi quos circa Solem & stellas fixas volvi opinantur nonnulli: fore tamen, ut & ipsi & partes suæ omnes, propter tenacitatem suam & lentorem, motum suum cito secum invicem communicarent, donec inter se omnes plane quiescerent. Vortices ex oleo, vel aqua, vel alia aliqua materia adhuc magis fluida, possent quidem diutius motum suum retinere; verum, nisi materia illa plane omnis tenacitatis expers esset, interque partes ejus neque attritus esset ullus, neque communicatio motus, (quod fingi sane non potest;) omnino futurum esset, ut motus perpetuo decresceret. Quoniam igitur varii illi motus, qui in mundo conspiciuntur, perpetuo decrescunt universi; necesse est prorsus, quo ii conservari & recrescere possint, ut ad actuosa aliqua principia recurramus: qualia utique sunt gravitatis causa, qua planetæ & cometæ motus suos in perpetuis orbibus conservant, corporaque omnia motum magnum sibi acquirunt cadendo; & fermentationis causa, qua cor & sanguis animalium motu & calore perpetuo confoventur, partes interiores terræ perpetuo tepefiunt & nonnullis in locis valde incalescunt, corpora permulta ardent & lucent, montes ignem concipiunt, cavernæ telluris ictibus subitis disjiciuntur, & Sol ipse perpetuum vehementer candet & lucet & luce sua omnia calefacit ac fovet. Nam paullum admodum motus in mundo invenimus, præterquam quod ex his principiis actuosis manifesto oritur. Atque absque

his

his quidem principiis, corpora telluris, planetarum, cometarum, Solis, quæque in eis insunt omnia, frigescerent & congelarentur, massæque in totum inertes evaderent; omnisque putrefactio, generatio, vegetatio & vita penitus cessarent; neque in orbibus suis permanerent planetæ & cometæ.

Quibus quidem rebus omnibus bene perspectis & consideratis, illud mihi videtur denique simillimum veri; utique Deum optimum maximum, in principio rerum, materiam ita formasse, ut primigeniæ ejus particulæ, e quibus deinceps oritura esset corporea omnis natura, solidæ essent, firmæ, duræ, impenetrabiles, & mobiles; iis magnitudinibus & figuris, iisque insuper proprietatibus, eoque numero & quantitate pro ratione spatii in quo futurum erat ut moverentur; quo possent ad eos fines, ad quos formatæ fuerant, optime deduci. Quæ porro particulæ primigeniæ, quippe plane solidæ, longe longeque duriores sint, quam ulla corpora ex iisdem deinceps cum occultis interjectis meatibus composita; imo tam perfecte duræ, ut nec deteri possint unquam, nec comminui; ne adeo ulla in consueto naturæ cursu vis sit, quæ id in plures partes dividere queat, quod Deus ipse in prima rerum fabricatione unum fecerit. Tamdiu dum particulæ illæ integræ permanent, poterunt sane per omnia secula ex iis composita esse corpora ejusdem semper naturæ & texturæ: verum si illæ deteri aut comminui possent; jam futurum sane esset, ut rerum natura, quæ ex iis pendet, immutaretur. Aqua & terra, ex particulis imminutis & detritis, particularumque fragminibus compositæ, non utique eandem hodie naturam texturamque haberent, ac aqua & terra in principio ex particulis integris compositæ. Quare, ut rerum natura possit durare, existimandum est corporum omnium mutationes, in variis solummodo separationibus, novisque conjunctionibus & motibus durabilium illarum particularum consistere. Nam corpora composita disrumpuntur, non par-

ticularum ipsarum solidarum fractura, sed separatione earum, qua parte eæ commissuris inter se junctæ erant, & paucis tantum in punctis se inter se contingebant.

Porro, videntur mihi hæ particulæ primigeniæ, non modo in se vim inertiæ habere, motusque leges passivas illas, quæ ex vi ista necessario oriuntur; verum etiam motum perpetuo accipere a certis principiis actuosis; qualia nimirum sunt gravitas, & causa fermentationis & cohærentiæ corporum. Atque hæc quidem principia considero, non ut occultas qualitates, quæ ex specificis rerum formis oriri fingantur; sed ut universales naturæ leges, quibus res ipsæ sunt formatæ. Quippe principia quidem talia revera existere, ostendunt phænomena naturæ; licet ipsorum causæ, quæ sint, nondum fuerit explicatum. Utique qualitates ipsæ sunt manifestæ, earumque causæ solummodo occultæ. Qualitatum occultarum nomen indiderunt Aristotelici, non qualitatibus manifestis, sed istiusmodi tantum qualitatibus, quas in corporibus latere, quasque esse ipsas manifestorum effectuum causas incognitas existimabant. Cujus generis forent scilicet gravitatis, attractionumque magneticarum & electricarum, fermentationumque causæ; siquidem vires vel actiones hasce ex qualitatibus oriri fingeremus nobis incognitis, quæque natura sua inexcogitabiles & exploratu impossibiles essent. Philosophiæ naturalis progressum impediunt istiusmodi qualitates, ideoque nuperis temporibus rejectæ fuerunt. Affirmare singulas rerum species, specificis præditas esse qualitatibus occultis, per quas eæ vim certam in agendo habeant, certosque effectus manifestos producant; hoc utique est nihil dicere. At ex phænomenis naturæ, duo vel tria derivare generalia motus principia; & deinde explicare quemadmodum proprietates & actiones rerum corporearum omnium ex principiis istis manifestis consequantur; id vero magnus esset factus in philosophia progressus, etiamsi principiorum istorum causæ nondum essent cognitæ. Quare motus principia supra dicta proponere non dubito, cum

per

per naturam universam illa latissime pateant; eorumque causas exquirendas relinquo.

Jam quidem, ope principiorum istorum, res corporeæ universæ videntur compositæ fuisse ex duris solidisque particulis supra dictis, varie inter se in prima rerum fabricatione sociatis & conjunctis, nutu & consilio Agentis intelligentis. Decuit enim eum, qui res omnes creavit, easdem disponere quoque & in ordinem collocare. Quæ si vera rerum origo fuit; jam indignum erit philosopho, alias mundi condendi rationes exquirere, vel comminisci quemadmodum e Chao per meras leges naturæ mundus universus oriri potuerit; quamvis, formatus cum sit, possit is jam per istas leges in multa quidem secula perdurare. Nam dum cometæ moventur in orbibus valde eccentricis, undique & quoquoversum in omnes cœli partes; utique nullo modo fieri potuit, ut cæco fato tribuendum sit, quod planetæ in orbibus concentricis motu consimili ferantur eodem omnes; exceptis nimirum irregularitatibus quibusdam vix notatu dignis, quæ ex mutuis cometarum & planetarum in se invicem actionibus oriri potuerint, quæque verisimile est fore ut longinquitate temporis majores usque evadant, donec hæc naturæ compages manum emendatricem tandem sit desideratura. Tam miram uniformitatem in planetarum systemate, necessario fatendum est intelligentia & consilio fuisse effectam. Idemque dici possit de uniformitate illa, quæ est in corporibus animalium. Habent videlicet animalia pleraque omnia, bina latera, dextrum & sinistrum, forma consimili; & in lateribus illis, a posteriore quidem corporis sui parte, pedes binos; ab anteriori autem parte, binos armos, vel pedes, vel alas, humeris affixas; interque humeros collum, in spinam excurrens, cui affixum est caput; in eoque capite binas aures, binos oculos, nasum, os & linguam; similiter posita omnia, in omnibus fere animalibus. Deinde partes illæ corporis, tam exquisita arte atque consilio fabricatæ, oculi, aures, cere-

cerebrum, musculi, glandes, cor, pulmones, diaphragma, larinx, manus, alæ, vesicæ ad natandum, membranæ pellucidæ animalium quorundam oculis instar conspicillorum obductæ, aliaque sensus & motus organa, instinctusque in animalibus brutis & insectis; horum sane omnium conformatio prima, nulli rei tribui potest, nisi intelligentiæ & sapientiæ Entis potentis semperque viventis; qui sit ubique scilicet præsens, possitque voluntate sua corpora omnia in infinito suo uniformi sensorio movere, adeoque cunctas mundi universi partes ad arbitrium suum fingere & refingere, multo magis quam anima nostra voluntate sua ad corporis nostri membra movenda valet. Nec tamen mundum spectare debemus, tanquam corpus Dei; neque partes ejus, tanquam partes Dei. Deus est ens uniforme, organorum, membrorum, partiumque expers: illa autem omnia sunt creaturæ ejus, ei subjectæ, & voluntati ejus subditæ: isque nihilo magis est eorum anima, quam anima hominis est anima specierum illarum, quæ per organa sensuum deferuntur in sentiendi locum, ubi anima eas percipit immediata sua præsentia, sine ullius rei tertiæ interventu. Organa sensuum eum in finem data sunt, non quo eorum ope anima species rerum in sensorio suo percipiat, sed quo species istum in locum deferantur: Deus autem istiusmodi organis non eget, cum sit ipse rebus ipsis ubique præsens. Porro, quoniam spatium divisibile est in infinitum; materia autem, non est necessario in omnibus partibus spatii; illud insuper concedendum erit, utique posse Deum creare materiæ particulas variis magnitudinibus & figuris, vario quoque numero & quantitate pro ratione spatii in quo insunt, forte etiam & diversis densitatibus diversisque viribus; eoque pacto variare leges naturæ, mundosque condere diversa specie, in diversis spatii universi partibus. Certe in his omnibus nihil est, quod vel secum ipsum, vel cum ratione pugnet.

Quemadmodum in mathematica, ita etiam in physica, investiga-

investigatio rerum difficilium ea methodo, quæ vocatur analytica, semper antecedere debet eam quæ appellatur synthetica. Methodus analytica est, experimenta capere, phænomena observare, indeque conclusiones generales inductione inferre, nec ex adverso ullas objectiones admittere, nisi quæ vel ab experimentis vel ab aliis certis veritatibus desumantur. Hypotheses enim, in Philosophia quæ circa experimenta versatur, pro nihilo sunt habendæ. Et quanquam ex observationibus & experimentis colligere inductione, non sit utique generalia demonstrare; at hæc tamen ratiocinandi methodus optima est, quam ferat natura rerum, tantoque firmior existimari debet illatio, quanto inductio magis sit generalis. Quod si ex phænomenis nihil, quod contra opponi possit, exoriatur; conclusio inferri poterit universalis. Et si quando in experiundo postea reperiatur aliquid, quod à parte contraria faciat; tum demum non sine istis exceptionibus affirmetur conclusio oportebit. Hac analysi licebit, ex rebus compositis ratiocinatione colligere simplices; ex motibus, vires moventes; & in universum, ex affectis causas; ex causisque particularibus, generales; donec ad generalissimas tandem sit deventum. Atque hæc quidem est methodus analytica. Synthetica est, causas investigatas & comprobatas assumere pro principiis, eorumque ope explicare phænomena ex iisdem orta, istasque explicationes comprobare.

In duobus prioribus libris hujus Optices, methodo analytica usus sum ad investigandum & comprobandum congenitas radiorum luminis differentias, quoad refrangibilitatem, reflexibilitatem & colorem; eorumque alternas facilioris reflexionis & facilioris transmissus vices; corporumque proprietates, tum opacorum tum pellucidorum, è quibus radiorum reflexiones coloresque corporum pendent. Atque hæc quidem inventa, quum sint comprobata, poterunt in methodo synthetica, ut principia assumi, ad explicanda phænomena ex iisdem fluentia: cujus porro methodi exemplum

 dedi

dedi, sub finem libri primi. In tertio hoc libro, inchoavi solummodo Analysin earum rerum, quæ adhuc investigandæ restant, circa lumen circaque effectus quos id obtinet in corporibus naturalibus: multa attingens leviter, & quæ submonui, aliis examinanda relinquens, & promovenda usque experimentis atque observationibus curiosorum.

Quod si Philosophia naturalis, hanc methodum persequendo, tandem aliquando ab omni parte absoluta erit facta atque perfecta scientia; utique futurum erit, ut & Philosophiæ moralis fines itidem proferantur. Nam quatenus ex Philosophia naturali intelligere possimus, quænam sit prima rerum Causa, & quam potestatem & jus Ille in nos habeat, & quæ beneficia Ei accepta sint referenda; eatenus officium nostrum erga Eum, æque ac erga nosmetipsos invicem, quid sit, per lumen naturæ innotescet. Omnino si deorum falsorum cultus non occæcasset animum gentibus; longius se inter eos extendisset Philosophia moralis, quam ad cardinales illas quatuor, quas vocant, virtutes. Et qui animarum transmigrationem, Solisque & Lunæ, Heroumque mortuorum cultum docebant; id sane multo potius docuissent, qua ratione optime colendus esset verus noster & beneficentissimus Author. Quod quidem fecerunt majores ipsorum, antequam animum moresque suos corruperant. Lex enim moralis ab origine gentibus universis, erant septem illa *Noachidarum* præcepta: Quorum præceptorum primum erat, *UNUM esse agnoscendum Summum Dominum Deum, ejusque cultum non esse in alios transferendum.* Etenim sine hoc principio, nihil esset virtus aliud, nisi merum nomen.

FINIS.

INDEX

I N D E X.

A.

Flores

G.

H.

I.

O.

P.

Par-

 nalis

Q.

R

S.

V.

Z.

ERRATA.

Pag. 8.	*lin.* 8.	finum , *lege* , finuum.
Pag. 47.	*lin.* 4.	rcctilnea , *lege* , rectilinea.
Pag. 152.	*lin.* 22.	tertiofc hemate , *lege* , tertio schemate.
Pag. 224.	*lin.* 6.	coloires } *lege* { colores
	7.	radi } { radii
Pag. 246.	*lin.* 5. & 6.	caufu , *lege* , caufa.
Pag. 251.	*lin.* 3.	*reflexiones* , lege , *inflexiones.*
Pag. 305.	*lin.* 28.	ulkali , *lege* , alkali.

FINIS.

ib. I. Par. I. Tab. I.



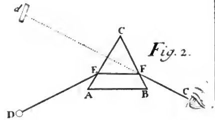


Fig. 2.

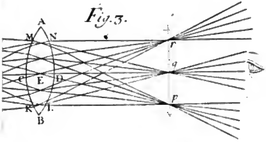


Fig. 3.

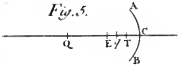


Fig. 5.

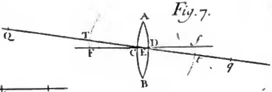
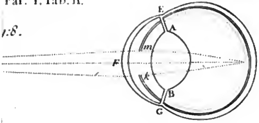


Fig. 7.



Par. I. Tab. II.

:8.



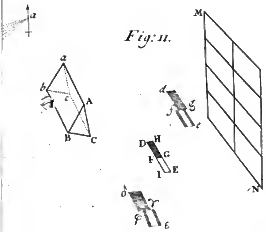


Fig: 11.

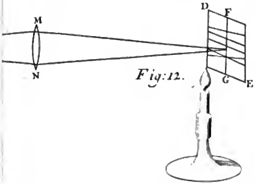


Fig: 12.

13.

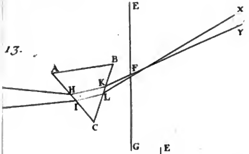
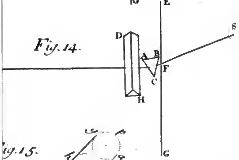


Fig. 14.



ig. 15.

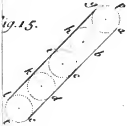


Fig. 16.

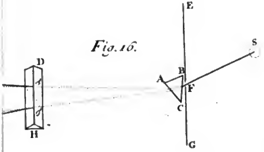


Fig: 17.

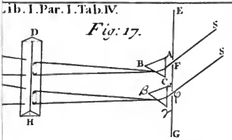


Fig: 18.

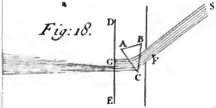
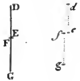


Fig: 19.



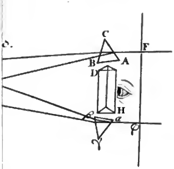


Fig: 22.

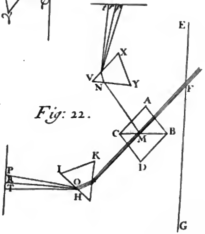
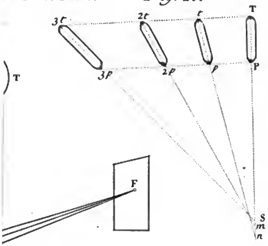


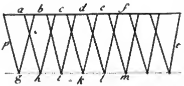
Fig: 26.



g: 28.



Fig. 25.



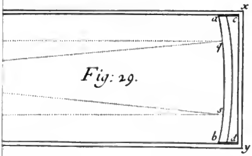


Fig: 29.

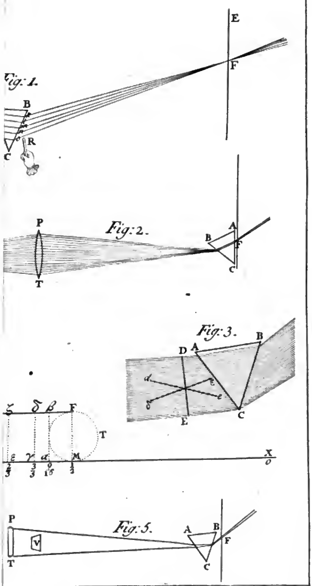


Fig: 1.
E
F
B
R
C
Fig: 2.
P
T
A
B
F
C
Fig: 3.
D
A
B
E
C
ζ
δ
β
F
T
γ
α
M
X
Fig: 5.
P
T
V
A
B
F
C

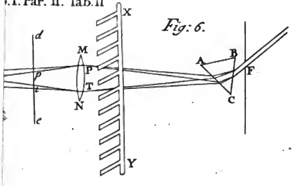


Fig: 6.

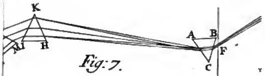


Fig: 7.

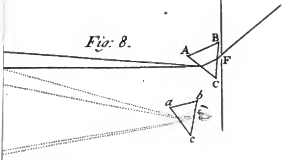
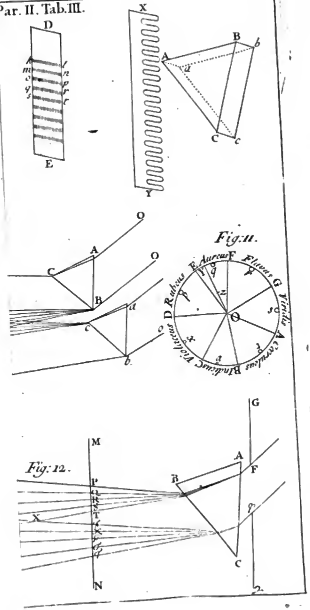


Fig: 8.

Par. II. Tab.III.



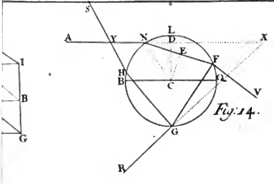


Fig: 14.

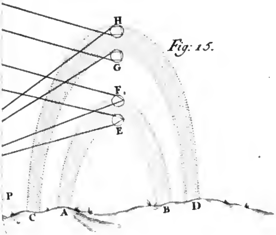


Fig: 15.

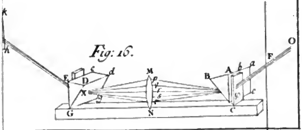


Fig: 16.

ib. II. Tab. I.

Fig: 2.

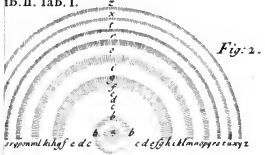


Fig: 3.

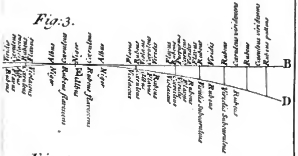
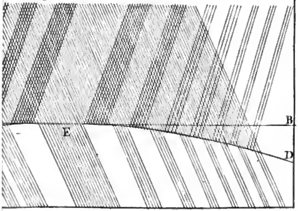
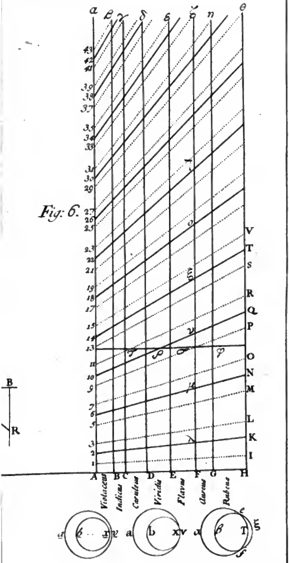


Fig: 4.



Lib.II. Tab.II.


Fig: 6.
Violaceus
Indicus
Cæruleus
Viridis
Flavus
Aureus
Rubeus

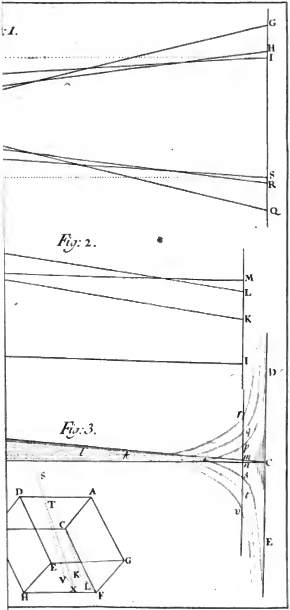


Fig: 1.
G
H
I
S
R
Q
Fig: 2.
M
L
K
I
D
Fig: 3.
C
E
S
D
A
T
C
G
E
V
K
X
L
H
F